

DID 分析を用いた措置効果評価による
鉄道料金へのピークロード・プライシング導入の効果分析

東京大学公共政策大学院
事例研究（ミクロ経済政策・解決策分析 I） 2013 年度
最終報告書

山本龍志¹ 盛田太郎²

¹ 東京大学公共政策大学院経済政策コース 2 年

² 東京大学公共政策大学院経済政策コース 2 年

要旨

本稿は、2013 年度戒能・松村ゼミ（東京大学公共政策大学院開講科目「事例研究（ミクロ経済政策・解決策分析 I）」）における研究「DID 分析を用いた措置効果評価による鉄道料金へのピークロード・プライシング導入の効果分析」の報告書である。

本研究では首都圏内の混雑路線・混雑時間帯のうち JR 線と京浜急行線の並走する横浜―品川駅間の通勤時間帯を分析対象として、ピークロード・プライシング導入効果のシミュレーションを行った。またピークロード・プライシングのシミュレーションには旅客需要の運賃弾力性を推計する必要があるが、本研究では運賃改定という政策実施前後における措置効果評価（Treatment Evaluation, TE）を平均措置効果（Average Treatment Effect, ATE）の差分の差分法（Difference in Difference Analysis, DID 分析）によって推計することで旅客需要の運賃弾力性を推計している。

シミュレーションに用いたモデルは、ピーク時時間帯の運賃を単純に上昇させるモデル、収入一定を達成するモデルの 2 つであり、混雑率の目標値である 150% 以下を基準として効果を評価した。また具体的な施策例として通勤定期券廃止という政策を挙げ、この政策が旅客の行動に与える影響をピークロード・プライシングの観点から分析した。

本研究の推計手法における特徴は、価格硬直性があり、データ制約のある JR の旅客需要データを活用して価格弾力性を推計した点である。私鉄との併走区間（横浜―品川）を分析区間とすることで、平均措置効果を推計するとともに、DID 分析を採用した上で感度分析を実施したことで、自由度の小さなデータを用いた推計を可能にしたことは本研究の成果の一つである。

本研究の分析結果からは、ピーク時時間帯の運賃を単純に上昇させるモデルでは 120% の運賃上昇が必要であること、また収入一定の状況下では価格弾力性が過大に推計された場合はモデルの解がなくなる（すなわち、ピークロード・プライシングによって混雑率を目標値以下に抑制できない）ことがありうるということが感度分析から示された。またピーク時・オフピーク時に一律の運賃改定を行うのではなく、オフピーク時からピーク時にかけて段階的に運賃改定を行う方が効果的であること、ピーク直前とピーク時の運賃改定率の差は大きいほど効果的であることが示された。

ピークロード・プライシングで確かに混雑率を緩和させることができるが、しかし運賃改定のみによる施策では国土交通省が目標とする混雑率達成は必ずしも達成されとは限らない。確実に混雑率を目標値に至らせるためには運賃改定というソフト面への政策だけではなく、ピーク時の値上げによって得られた追加的な収益を輸送力増強といったハード面への投資に結びつかせるような政策も合わせて行う必要がある。

目次

要旨	2
目次	3
第 1 章 序論	5
1.1. モチベーション	5
1.2. 研究目標	10
1.3. 本稿の構成	10
第 I 部 予察編	11
第 2 章 分析対象の検討	12
2.1. 検討対象路線について	12
2.1.1. 京急本線と東海道線について	12
2.1.2. 横須賀線・京浜東北線について	13
2.2. 旅客数からの検討	14
2.2.1. 運賃改正について	14
2.2.2. 旅客数データの説明	15
2.2.3. 物価変動の影響の除去	18
2.3. 旅客数の検討	19
2.3.1. PQ 図	19
2.3.2. シェアでみた運賃比率との関係	20
2.3.3. ピーク混雑率の推移	21
2.3.4. 分析の方向性	22
2.4. 外的要因の検討	22
2.4.1. 周辺人口の変化	22
2.4.2. 路線の変化	23
第 II 部 運賃制度分析編	25
第 3 章 旅客需要の運賃弾力性の推定	26
3.1. 推計手法の概要	26
3.1.1. 平均措置効果 (Average Treatment Effect)	26
3.1.2. Difference In Difference Analysis	27
3.2. 分析モデル	28
3.2.1. 運賃弾力性の推計について	31
3.3. 運賃弾力性の推計手順	32
3.4. 推計結果	34
3.5. 考察	34
第 4 章 ピークロード・プライシングの導入効果分析	36
4.1. ピークロード・プライシングについて	36
4.1.1. 政策目標	37
4.1.2. 制度設計上の仮定	37
4.2. 対象区間	38
4.3. 輸送人員分布の推計	38
4.3.1. 利用データ	39
4.3.2. 推計方法	39
4.4. ピークロード・プライシングの計算モデル	42
4.4.1. モデル 1—7 時台と 8 時台を独立に扱う場合—	42
4.4.2. モデル 2—7 時台と 8 時台を分けて扱う場合—	43
4.5. モデル 1 の結果	44
4.5.1. 収入一定の条件がない場合	44
4.5.2. 収入一定の条件がある場合	45
4.6. モデル 2 の結果	47

4.7. ピークロード・プライシングの制度例：通勤定期券の廃止	49
4.7.1. 制度の設定について	50
4.7.2. 分析結果	50
第 5 章 結論	51
謝辞	52
参考文献	53

第 1 章 序論

本章は筆者らの関心事や研究の方針等について説明するものであり、本稿における研究の概略および導入の役割を果たすものである。

1.1. モチベーション

本稿は、鉄道料金規制に関してピークロード・プライシング等の柔軟な料金体系の導入可能性の観点から分析を試みた。テーマ設定の背景にある問題意識は、現行の鉄道料金における硬直性および首都圏の通勤時間帯における混雑に対するものである。

現行の鉄道料金においては硬直性が見受けられ、最適化の可能性が残されている。特に JR の運賃は、国鉄時代には物価の上昇にも関わらず政策的に低く抑えられてきており、国鉄末期における毎年の運賃値上げや分割民営化後における特定区間運賃割引の設定を除くと頻繁に改定された私鉄の運賃に比べてより硬直的である (Fig. 1、Table. 1)。

硬直的な運賃体系がもたらす弊害が最も悲劇的に現れた一つの例が国鉄における運賃据え置きと値上げによる運賃変更のタイミングを逸したことで加速された国鉄の分割民営化である¹⁾。Fig. 2 にあるように、国鉄運賃は 1970 年から 1975 年にかけて物価が上昇していたにも関わらず運賃は低く抑えられていた。また Fig. 4 をみると、この時期は鉄道需要が急増した時期であった。本来であれば物価上昇と連動して運賃も値上げすることで運賃収入の改善が望まれたところで運賃が抑制されてしまったがために、国鉄の債務が急増する一因となった (Fig. 3)。またその後国鉄再建に向けて 1975 年以降毎年の運賃値上げが行われていったが、その時には鉄道以外の鉄道モード (自家用車、航空機など) の発達・普及で鉄道に替わる手段が十分備わっていたために、その値上げは利用者離れを促進する方向に向かってしまった。その結果として国鉄の分割民営化が中曽根内閣の下で実行されていくことになる。この国鉄における運賃改定の時期を間違えたことの実害は、本来得られたはずの旅客収入を失ったり、鉄道利用者の鉄道離れを招いてしまったりしたことである。そこで実体経済の現状に合わせて柔軟に運賃を改定していくことの必要性を見出すことができる。

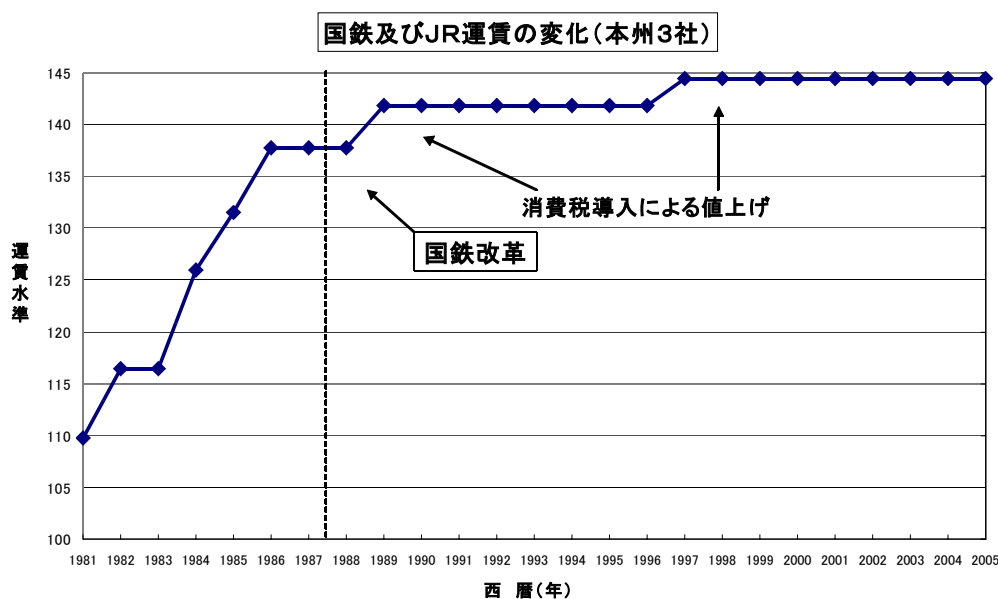
また、航空など他の規制分野において規制緩和が実施されてきたように、鉄道事業においても 1997 年の上限価格制の導入が行われ、1999 年に制定され 2000 年から施行された改正鉄道事業法によって鉄道運賃の規制緩和が行われた。これらの改革によって参入規制・運賃規制が緩和され、特に鉄道運賃規制緩和によって、鉄道料金は従来の需給均衡方式に基づく規制から需給調整規制のない届出制に変更され、運賃率の上限のみの設定となった。しかしながら、もともと頻繁に運賃改定が行われていた大手民鉄²⁾に比べて、JR 各社においてはこの規制緩和が行われたにもかかわらず硬直的な運賃設定が継続されている。よって JR の運賃制度は、鉄道運賃に関する規制が緩和されたにも関わらず運賃は未だ非柔軟的であり、まだまだ改善の余地が残されていると考えられる。さらには、首都圏を中心として 2001 年から順次 JR 東日本管内で導入された共通乗車券・電子マネーである Suica を始めとした交通系 IC カードがひとしきり普及したことも影響している。交通系 IC カードの普及により、従来は券売機が 10 円未満硬貨に対応していないという事情により 10 円刻みであった鉄道運賃も、1 円単位で引き落としがされる交通系 IC カードが普及した今となってはその必然性に薄い。むしろ電子マネーとしての交通系 IC カードでは既に 1 円単位での取引となっており、また 2014 年 4 月の消費税増税を踏まえて 1 円単位の運賃設定が検討されていることから、運賃を IC カードの存在を前提としたものに置き換え、より弾力的な運用を目指していくことはごく自然な流れであると考えられる。

弾力的な運賃制度運用は単に運賃水準を実体経済に即した適切な水準に保つだけにとどまらない。IC 乗車券の存在を前提とすると、混雑時間帯における時限的な運賃値上げや閑散時間帯における値下げなどが実現可能となる。これは電力料金等におけるピークロード・プライシングを鉄道料金においても導入することが可能となることを示している。輸送力の増強

によって大都市圏の混雑は国鉄末期と比べてだいぶ軽減されてきたが、首都圏の通勤時間帯における混雑率³は未だ 200%に迫ることもあり (Fig. 5、Fig. 7) 深刻な問題である。しかし輸送力の増強による混雑緩和には限界があり、首都圏においても東北縦貫線以降の輸送力強化はしばらく行われたいと思われる。また将来の日本の人口は減少していくことが確実であり、現在の混雑緩和のための設備投資は将来時点においては過大設備となってしまふ恐れが強い。そこで鉄道料金においてピークロード・プライシングを導入することによって、ハード面での設備投資をすること無しに旅客の集中を緩和し、鉄道需要の混雑時間帯前後や閑散時間帯での平準化を達成することが可能となると考えられる。つまり鉄道料金を弾力的に運用していくことによって、硬直的な運賃水準を是正し実体経済状況に合わせた水準を達成すると同時に、首都圏で特に問題となっている通勤時間帯での混雑緩和も達成することができると思われるので、前述のとおり問題を抱えている料金に関する制度設計の検討によって料金の硬直性ととも混雑という社会問題の改善を試みることに関心を抱いた⁴。

さらに、本稿では経済学的な観点から制度設計を検討するにあたり制度変更に係る経済効果の推計も行う。この推計は、新線開通に係る経済効果の推計にも応用可能であることから、他の制度設計および問題解決にも活用可能な知見をまとめることも目的としている。具体的なピークロード・プライシングの制度案としては単純な混雑時間帯値上げだけでなく、収入中立化(混雑時間帯値上げ・閑散時間帯値下げ)など様々な制度が考えられる。

本稿では、以上に述べた理由から、規制分野である鉄道分野に対して経済学的なアプローチで分析を行う。



※1980年の運賃を100とした場合

Fig. 1 国鉄及び JR の運賃改定状況⁵

³ 混雑率については Fig. 6 を参照のこと

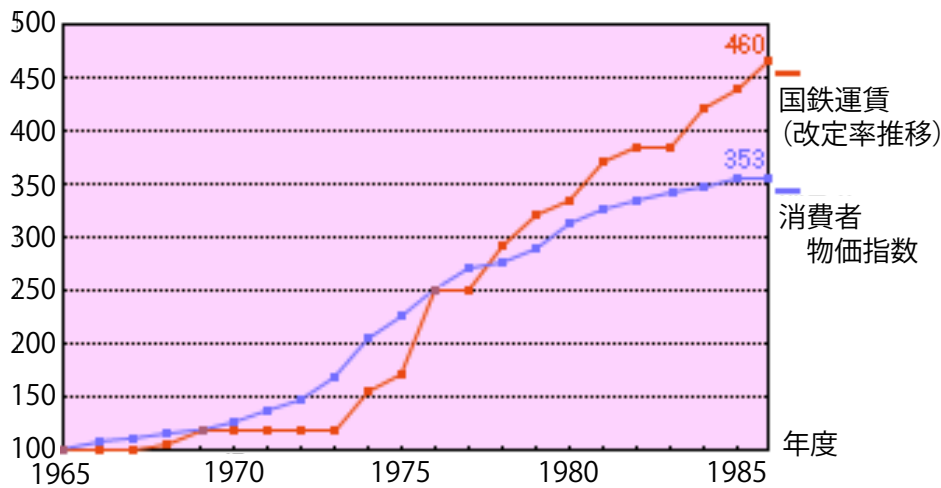
⁴ なお、わが国における鉄道事業の関連法令である鉄道事業法ならびに鉄道営業法においては、安全を確保した上で円滑な運行を促す趣旨の条文はみられるものの、混雑抑制を義務付ける旨の条文は見当たらない。このことが、旅客輸送における混雑抑制が不十分にとどまっている遠因であると指摘することもできると考えられる。

⁵ 国土交通省 HP より (<http://www.mlit.go.jp/tetudo/kaikaku/01.pdf>)

改定年月日 (改定会社)	種別	改定率				合計						
		普通運賃	定期運賃									
			通勤	通学	計							
1982.1.8(営団)		13.4	14.7	13.6	14.6	14.0	93.7.3(西鉄)	13.1	22.7	16.6	21.6	16.6
83.3.30(名鉄)		13.5	16.9	17.2	16.9	15.0	95.9.1(14社※6)	12.8	17.0	17.3	17.1	14.7
83.8.3(西鉄)		12.5	18.8	17.9	18.7	14.9	95.9.1(営団)	13.7	14.7	13.5	14.6	14.1
84.1.25(12社※1)		12.4	15.0	15.6	15.1	13.5	97.4.1(14社※6)	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
84.10.1(相鉄)		11.3	12.4	12.6	12.4	11.8	97.4.1(営団)	2.3	1.5	1.2	1.5	1.9
84.11.1(営団)		13.1	13.0	12.6	13.0	13.0	97.7.1(西鉄)	15.4	19.7	18.4	19.5	17.1
85.10.9(名鉄)		14.6	16.0	16.7	16.1	15.3	97.12.28(東武)	2.3	7.3	9.7	7.5	4.9
86.2.5(西鉄)		11.3	14.8	15.3	14.9	12.7	"(西武)	7.6	9.5	9.9	9.5	8.5
87.5.16(6社※2)		9.3	10.2	10.6	10.3	9.7	"(京王)	-11.7	-6.8	0.0	-6.0	-9.1
87.10.12(相鉄)		11.5	12.1	12.2	12.1	11.8	"(小田急)	1.6	5.7	7.3	6.0	3.5
88.5.18(6社※3)		9.7	10.6	10.7	10.5	10.1	"(東急)	0.8	2.9	7.1	3.3	1.9
89.4.1(15社※4)		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	99.3.10(相鉄)	7.4	9.1	9.6	9.2	8.3
90.3.21(名鉄)		13.8	14.6	16.9	15.1	14.4	2002.4.1(西武)	1.5	2.1	1.8	2.1	1.8
90.11.1(営団)		11.5	12.2	11.1	12.1	11.8	05.3.20(東武)	0.0	2.5	3.0	2.6	1.1
91.11.20(13社※5)		11.0	18.0	13.8	17.4	13.8	05.3.20(東急)	0.0	1.2	0.4	1.1	0.4
							05.4.1(小田急)	-1.0	1.6	0.8	1.5	0.0

(注)97.7.1以降の数字は認可された上限改定率を表す。 ※1.大手民鉄16社のうち営団、相鉄、名鉄、西鉄を除く。
 ※2.京成、近鉄、南海、京阪、阪急、阪神。 ※3.東武、西武、京王、小田急、東急、京急。 ※4.大手民鉄16社のうち相鉄を除く。
 ※5.大手民鉄16社のうち営団、名鉄、西鉄を除く。 ※6.大手民鉄16社のうち営団、西鉄を除く。

Table. 1 大手民鉄の運賃改定状況⁶



注 総務省「消費者物価指数年報」及び運輸省鉄道局資料により作成

Fig. 2 旅客鉄道運賃と消費者物価指数の推移 (S40 年度 = 100)⁷

⁶大手民鉄の素顔 2012 年版より

⁷国土交通省 HP (<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/transport/heisei08/pt1/810109.html>)

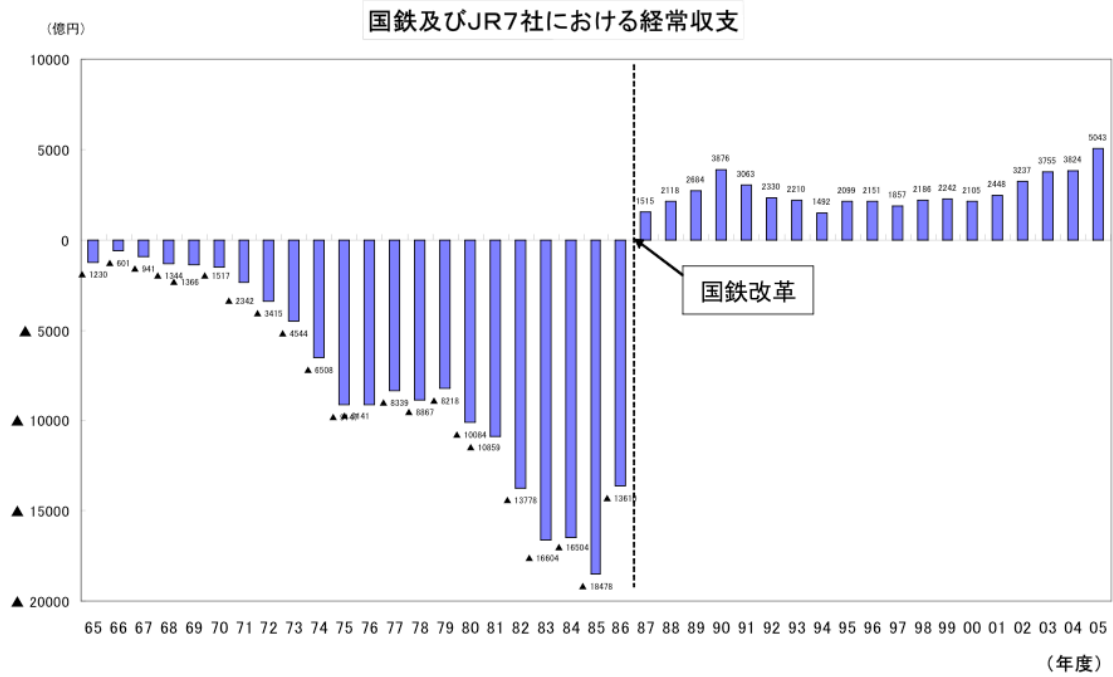


Fig. 3 国鉄及び JR7 社における経常収支の変化⁵

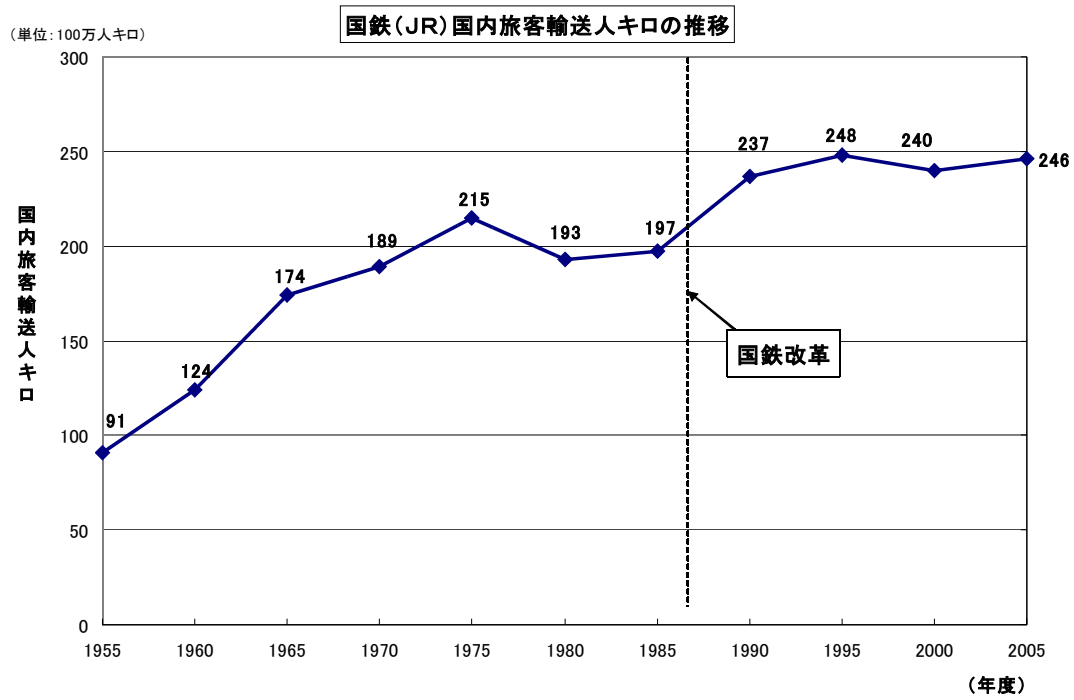


Fig. 4 国鉄及び JR の国内旅客輸送人キロの推移⁵

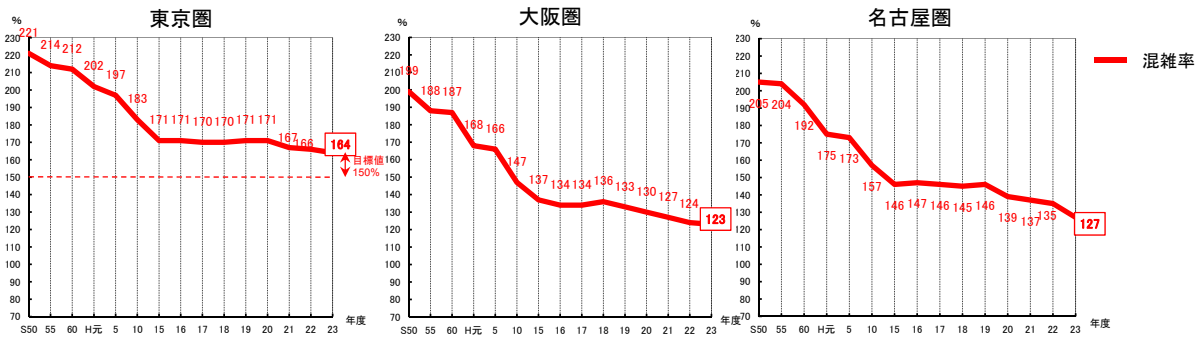


Fig. 5 三大都市圏の主要区間における平均混雑率の推移⁸



Fig. 6 混雑率の目安⁸

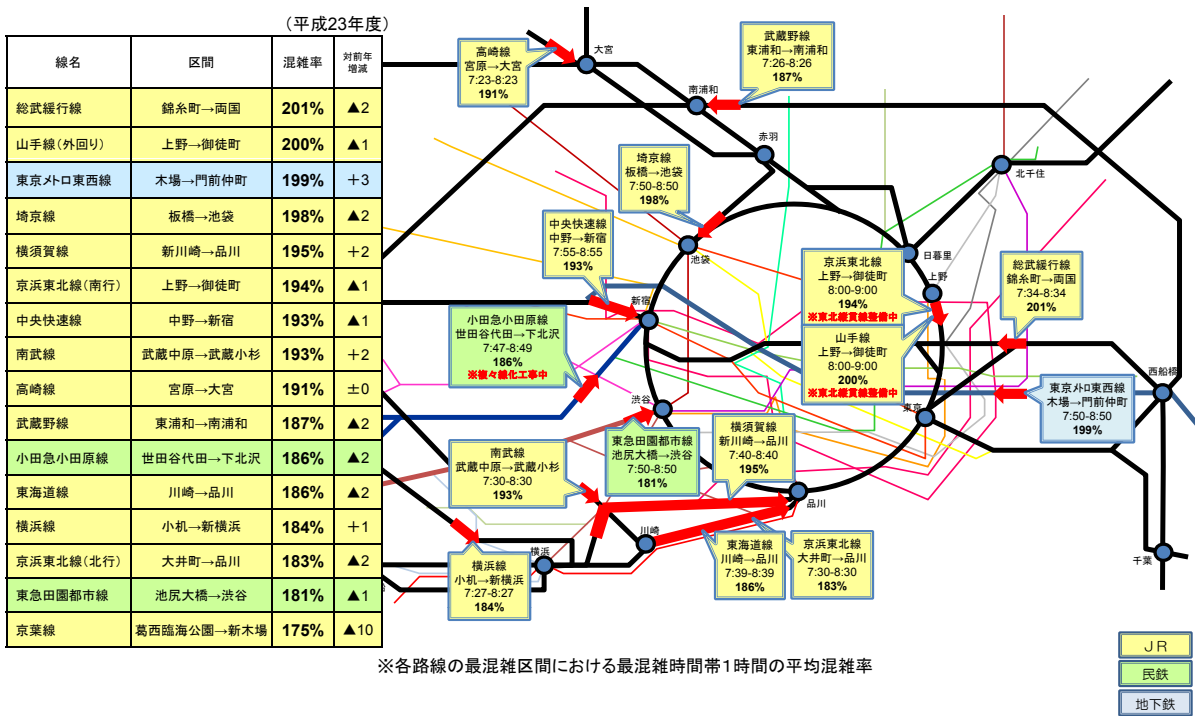


Fig. 7 首都圏の混雑率 180%以上の区間⁸

⁸ 国土交通省 HP より (<http://www.mlit.go.jp/common/000225773.pdf>)

1.2. 研究目標

本研究における目標は、鉄道料金におけるピークロード・プライシング導入の政策効果を分析することである。想定している導入対象は、混雑時間帯における混雑率が著しく高い首都圏路線である。

効果項目として検討すべき事柄は、運賃に対する選好（運賃弾力性）、混雑に対する選好（混雑費用）および時間に関する選好（時間価値）の3つに大別される。ただし、本研究ではデータ制約のもとで十分な精度で運賃弾力性を推計するとともにピークロード・プライシングに基づく制度を評価可能な推定方法の検討に焦点を当てることとし、混雑費用及び時間価値の推計は行わない。

さらに、具体的な制度設計の提示に結びつけるため、ピークロード・プライシングに基づく運賃上昇のパターンを変更した複数のモデルに基づくシミュレーションを行うとともに、具体的な制度例として通勤定期券廃止時の混雑率の変化をピークロード・プライシングに基づいて考察することで、効果的な制度設計のありかたを検討した。

1.3. 本稿の構成

本稿は大きく二部構成となっている。第I部では推計手法を検討する予察成果のとりまとめを行い、第II部では第I部での予察に基づく運賃制度分析を行った。

それぞれの成果を簡単にまとめると、第I部では、利用可能なデータの確認および分析・価格弾力性の推計手法の検討・予察段階での課題の整理、を行っている。

また第II部では予察段階にて整理された課題に対応可能な分析手法である、平均措置効果（ATE）のDID分析による旅客需要の運賃弾力性の推定、時間帯別旅客分布の推計、ピークロード・プライシングの導入効果の分析、を行っている。

第 I 部 予察編

第 2 章 分析対象の検討

本章では、制度分析に向けた予察として分析検討対象の選定、利用可能なデータの確認と、当該データの分析を行う。本研究にて主に用いるデータは 1985 年から 2011 年に発行された都市交通年報⁹⁾から得たものである。

2.1. 検討対象路線について

鉄道運賃にピークロード・プライシングを導入することの影響を測るためには、第一に鉄道需要の価格弾力性を計測することが必要である。また一般に制度変更の政策分析（効果推計）をしようとした場合には、分析対象について収集したデータが以下の 3 つを満たしていなければならない。

1. 他の条件一定 “Ceteris Paribus”
2. 政策評価の独立性 “Unconfoundness”
3. 対照群・時間の存在 “Overlap”

鉄道運賃の変化をその研究主題とした場合、上記 3 番目の Overlap 条件を満たしているかどうか問題となる。とある鉄道路線において運賃改定が行われると、当該路線にて運行されるあらゆる列車の料金はその全線に渡って運賃が変更されるのが基本であるからである。つまりある路線における運賃変更後の世界において、その路線のなかで運賃変更がなされなかった部分（対照群）は存在しない。しかしこうした場合においても運賃改定直前の状態と直後の状態を比較することによって Overlap 条件を克服することができる。

本稿の研究では JR の硬直的な運賃に注目をしており、JR は国鉄時代よりここ 20 年以上にわたって賃率改定を行っていない。そのため上記で述べた運賃改定直前直後の状態を比較することができない。そこで本予察研究では鉄道運賃の分析にあたって問題となる運賃改定直前直後の状態比較による Overlap 条件の克服のために、始点と終点が JR 線と同一で、“ほぼ” JR と並行して運行されており、かつ運賃変更が数度行われている路線に注目をした。“ほぼ” 並行していることで、少なくとも始点—終点間を移動する旅客にとって両路線の違いは運賃のみとなり⁹⁾、ここに対照群の存在を仮定することが可能となる。

また混雑料金を念頭に置いたピークロード・プライシングを考えた場合、現在超過需要の状態にあり、このまま何ら手段を講じない場合にはこの状態が継続すると思われる路線を選択するのが適当である。こうした点から路線選択は首都圏に限って考えていくものとする¹⁰⁾。

2.1.1. 京急本線と東海道線について

JR 路線と“ほぼ” 並行しており、始点・終点が同一であるという条件を満たす首都圏内の路線の一つが京浜急行電鉄（以下、京急）の京急本線と JR 東海道本線の横浜—品川駅間の区間（Fig. 8）である。また JR 東海道本線（横浜—品川駅間）について JR の運賃計算（幹線）に従うと 380 円であり、一方の京急本線は 290 円である。しかし JR 東日本は特定区間運賃を設けることで京急と同額の 290 円にまで運賃を低く抑えている。このことから JR 東日本としても横浜—品川駅間における JR 東海道本線と京急本線が競合路線にあることを認識していることが推測される。また両路線（横浜—品川区間）は始点（横浜駅）と終点（品川駅）が一致しているだけでなくその経由地点同士も近く、また横浜圏と東京都区内を結

⁹⁾ より正確には所要時間・混雑度などを貨幣換算した上で運賃と合計した一般化費用が、各旅客が路線選択をする際の両路線の違いとなる。

¹⁰⁾ 日本の大都市圏のうち交通需要が増大しているのは、首都圏が唯一である。名古屋圏、大阪圏ともに長期的な鉄道需要は縮小傾向にある。

ぶという性格もあるために今回の検討対象として適切であると判断した。

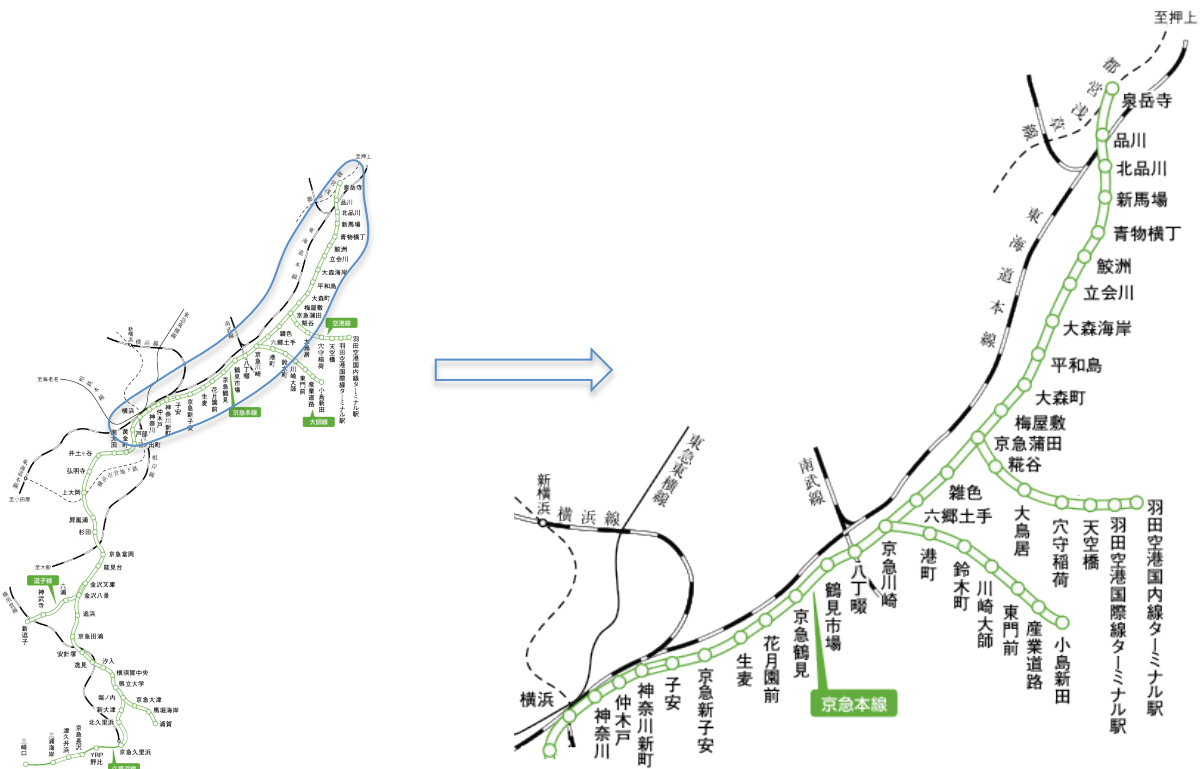


Fig. 8 JR 東海道本線と京急本線⁶ (左：京急本線全体、右：横浜—品川駅間拡大)

2.1.2. 横須賀線・京浜東北線について

JR 東海道線と同様に横浜—品川駅間の輸送を担っておりかつ横浜圏と東京都区内間の輸送が大きな役割となっている路線があり、それが JR 横須賀線である (Fig. 9)。同路線は三浦半島から横浜を通り東京駅へ至る路線であり、JR 東海道線では担い切れない大船—久里浜駅沿線の横浜—品川駅間の旅客需要を担っている。

また京急本線には各駅停車と各種速達列車¹¹の設定があるが、JR 東海道線には速達型しかない。確かに運行上の東海道線は横浜—品川駅間の途中停車駅が川崎だけであり、京急本線の快速特急相当しか運行されていない。そして東海道本線内の各駅停車部分は京浜東北線として運行されている。しかし京浜東北線というのは旅客案内用・列車運行上の区別でしかなく旅客案内上の通称である。正式な路線名称は東京—横浜駅間が東海道本線、東京—大宮駅間が東北本線、横浜—大船駅間が根岸線である。そのため都市交通年報では東海道本線として集計されている旅客データには東海道線と京浜東北線の両方が含まれていることとなる。そのため利用データとしては、JR 東海道本線に JR 横須賀線の旅客データを含めた形で以下“JR 線”としている。

¹¹ 各駅停車としての普通、速達列車としては快速特急（空港線との直通を行うものとして、エアポート快特、エアポート急行）が存在している。



Fig. 9 JR 東海道本線と横須賀線、湘南新宿ラインの運行経路¹²

2.2. 旅客数からの検討

本節では予察段階において収集したデータについて説明をする。

2.2.1. 運賃改正について

まず、JR と京急における運賃改正について述べる。JR についてはここ 30 年来運賃改正が行われていないことは先に述べたが、京浜急行電鉄などの民鉄においては JR に比べて頻繁に運賃改正が行われてきた (Table. 1)。京浜急行電鉄では数度大きく運賃改定を行なっている (Table. 2)。一つは 84 年と 88 年に行われた運賃改定であり、もう一つは 91 年と 95 年に行われた運賃改定である。また 89 年と 97 年の運賃改定は消費税導入及び税率引き上げに伴うものであり鉄道事業者全体が同様に引き上げているため、これ自体が大きな影響を与えているとは考えにくい。以下の検討においては特に 95 年の改定前後に注目して分析を行っている。その理由は、84 年と 88 年はバブル経済期と重なる時期であり、運賃だけではなく物価そのものが大きく上昇している時期であったためである。また 95 年の運賃改定時にはバブル崩壊後の経済が低迷していた時期であるので、人々の路線選択における運賃改定の影響が現在と類似のものであると予想されるからである。

¹² <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/YokosukaLineStations.png>

改定年月日 (改定会社)	種別	改定率				
		普通運賃	定期運賃			合計
			通勤	通学	計	
84.1.25 (12社 ^{※1})		12.4	15.0	15.6	15.1	13.5
88.5.18 (6社 ^{※3})		9.7	10.6	10.7	10.5	10.1
89.4.1 (15社 ^{※4})		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
91.11.20 (13社 ^{※5})		11.0	18.0	13.8	17.4	13.8
95.9.1 (14社 ^{※6})		12.8	17.0	17.3	17.1	14.7
97.4.1 (14社 ^{※6})		2.0	1.9	1.9	1.9	1.9

Table. 2 京浜急行電鉄における運賃改定⁶

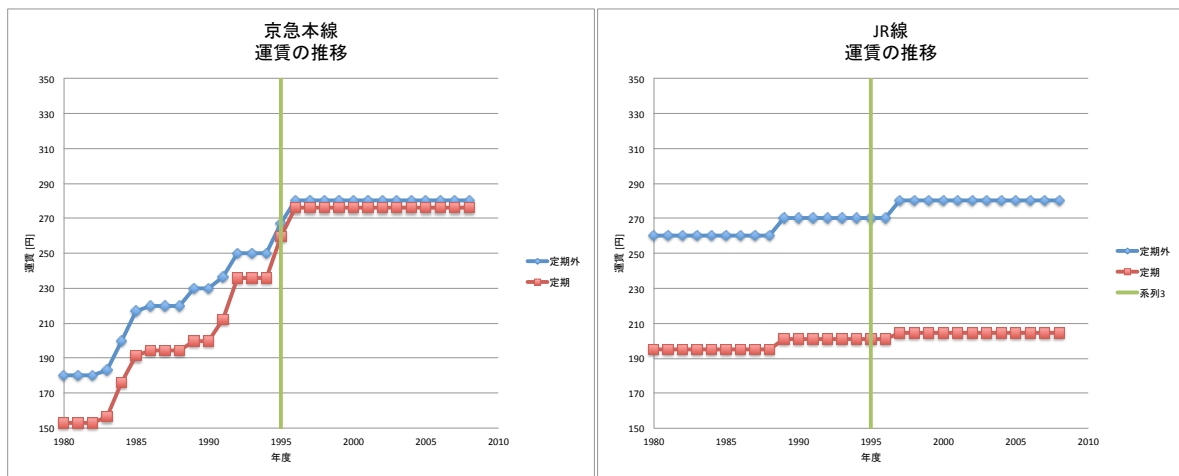


Fig. 10 京急線・JR線の名目運賃の推移

2.2.2. 旅客数データの説明

旅客数データとして用いたのは、都市交通年報の旅客発着通過状況である。1980年から2009年までのデータを収集した。旅客発着通過状況のデータはTable. 3に示すような構造となっており、表中の㉑から㉓はそれぞれFig. 11及びFig. 12に示す状況とそれぞれ対応している。ただしJRについては1994年以前のデータがTable. 3のような詳細な形で掲載されておらず、各駅の改札通過者数のみが掲載されていた。そのため2.2節以降の分析ではJR線に関しては1995年以降のデータのみとなっている。

横浜—品川駅間の需要の価格弾力性を推計するためには横浜—品川駅間を移動した旅客数を知る必要がある。そこで本予察研究では各駅間を通過した旅客数 (n_i ; ㉑、㉒、㉓+㉔、㉕+㉖) に駅間キロ数 (x_i) をかけた区間旅客キロ ($n_i \cdot x_i$) を求め、それを各区間で合計し (Q)、それを横浜—品川駅間のキロ数 (\bar{x}) で割ることで平均的に横浜—品川駅間を移動した旅客数 (\bar{N}) と定義して利用している。

$$Q = \sum_i n_i \cdot x_i \quad (2.1)$$

$$\bar{N} = \frac{Q}{\bar{x}} \quad (2.2)$$

駅名	定期外					
	下り		上り		通過	
	発	着	発	着	下り	上り
京成電鉄 本線						
谷津	Ⓐ	Ⓒ	Ⓑ	Ⓗ	Ⓢ	Ⓣ
{ 京成津田沼	Ⓐ	Ⓒ	Ⓑ	Ⓗ	Ⓤ	Ⓥ
{ 千葉線	Ⓒ	Ⓘ	Ⓓ	Ⓙ	—	—
{ 新京成電鉄	Ⓔ	Ⓚ	Ⓕ	Ⓛ	—	—
千葉線						
{ 京成津田沼	Ⓜ	—	—	Ⓝ	—	—
{ 本線	Ⓞ (=Ⓘ+Ⓙ)	—	—	Ⓟ (=Ⓒ+Ⓓ)	—	—
{ 新京成電鉄	Ⓠ	—	—	Ⓡ	—	—

(注) { は、当該駅における接続線（乗り継ぎ、乗り換え）を示す。

Table. 3 旅客発着通過状況の表

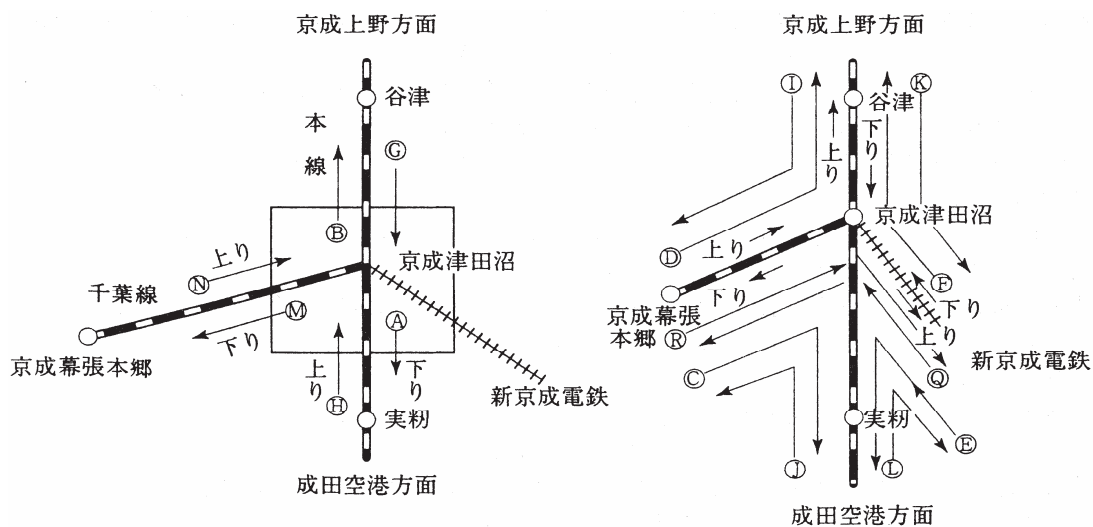


Fig. 11 旅客発着通過状況の対応図（その1）

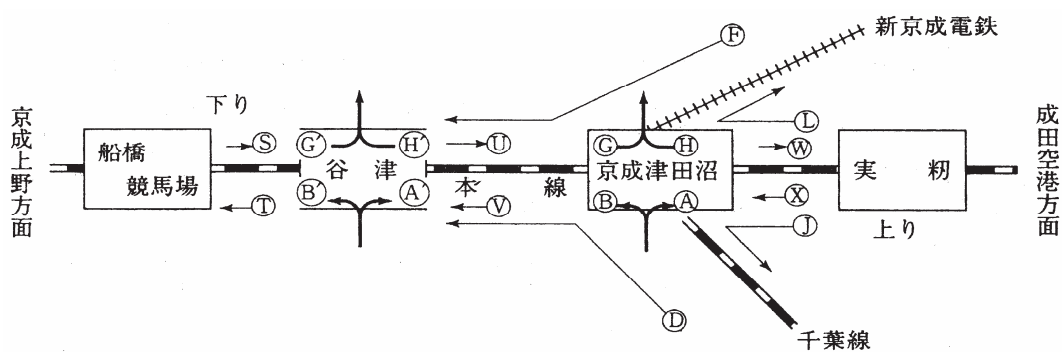


Fig. 12 旅客発着通過状況の対応図（その2）

京急本線の利用者推移

京急本線の横浜—品川駅間について、その旅客数の推移を Fig. 13 に示す。定期旅客については 1995 年の運賃改定を境に旅客数が低下したことが観測される。一方で定期外旅客については 1995 年を境に短期的には旅客需要が落ち込んだものの、その後大幅な増加に転じている。

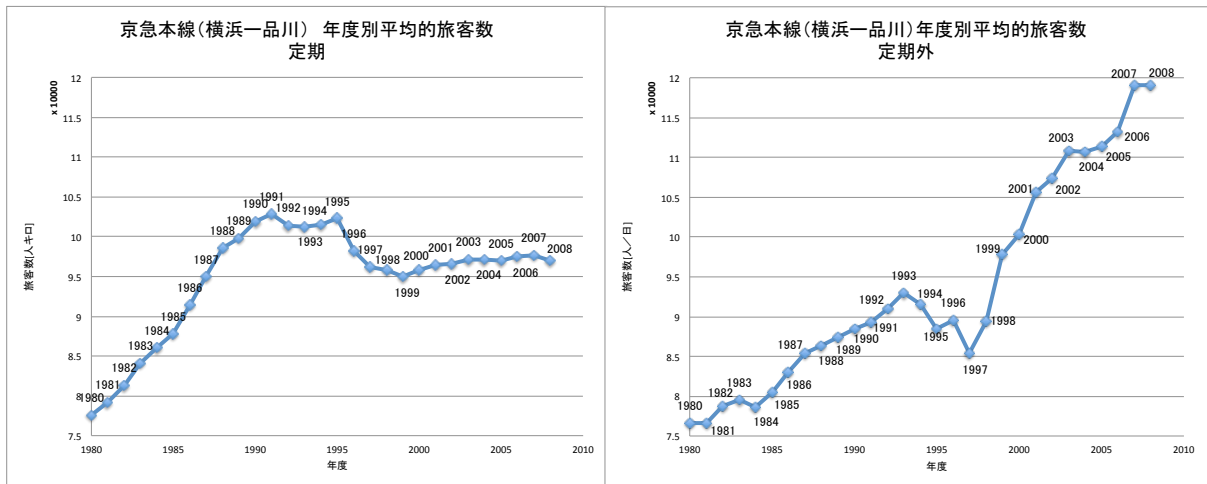


Fig. 13 京急本線の平均的旅客数推移 (左図：定期、右図：定期外)

JR 線の利用者推移

JR 線については 1993 年以降のデータしかないが、定期利用者については Fig. 21 の混雑率の図と合わせてみると減少傾向にあったのではないかと推測できる。一方で定期外旅客については京急と同様に 1995 年以降について大幅な増加傾向にある。

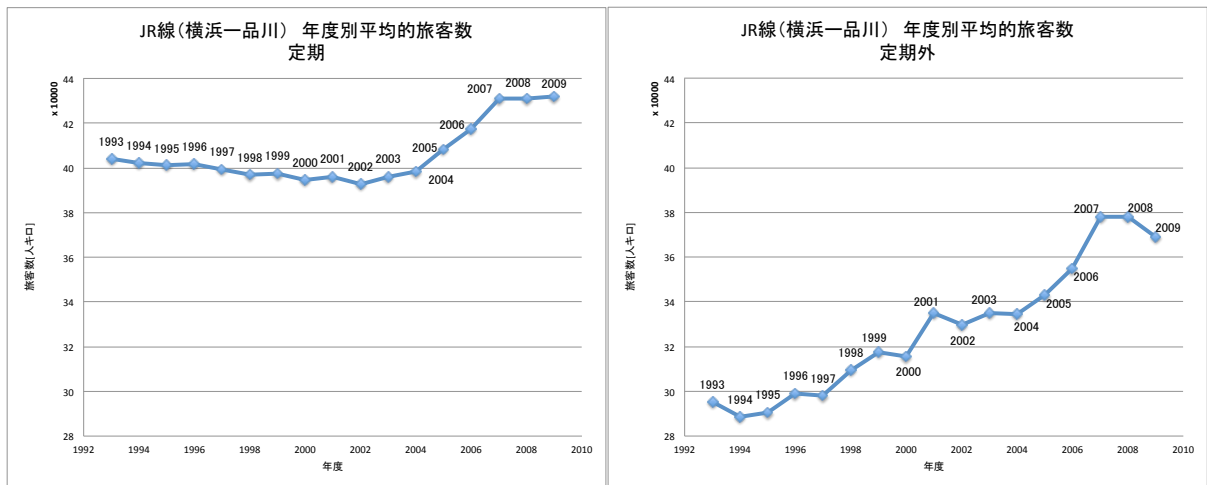


Fig. 14 JR 線の平均的旅客数の推移 (左図：定期、右図：定期外)

京急本線のシェア

2 路線併走区間を考えているので、京急本線の横浜一品川駅間の旅客輸送に占める割合(シェア)の変遷をみても有用である。Fig. 15 をみると、定期旅客については 2000 年から 2002 年の間は増加したが 1994 年以降は一貫して減少傾向にあり、定期外旅客については 1995 年以降にシェアを一時的に落とした後に増加に転じたことが分かる。

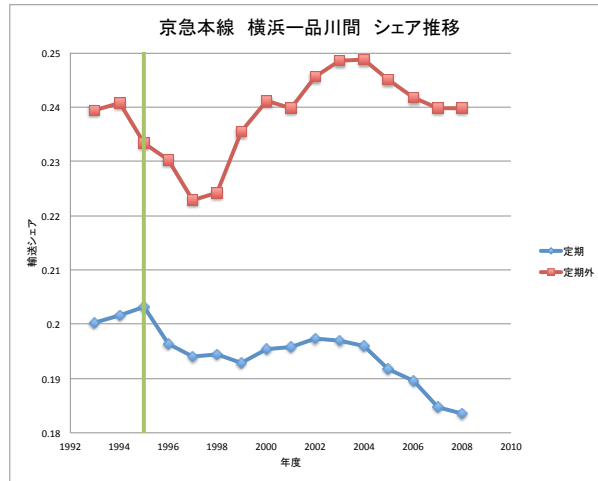


Fig. 15 京急本線のシェアの変化

2.2.3. 物価変動の影響の除去

運賃は一定であっても、物価が変動することで実質的な運賃は変動している。しかし物価の影響は全線で同一であるため、旅客の路線選択にあたっては名目運賃のみが影響することも考えることができる。そのため以下の考察においては名目運賃だけではなく、名目運賃をGDPデフレーターで除した実質運賃についても同様に分析を行った。

GDP デフレーター

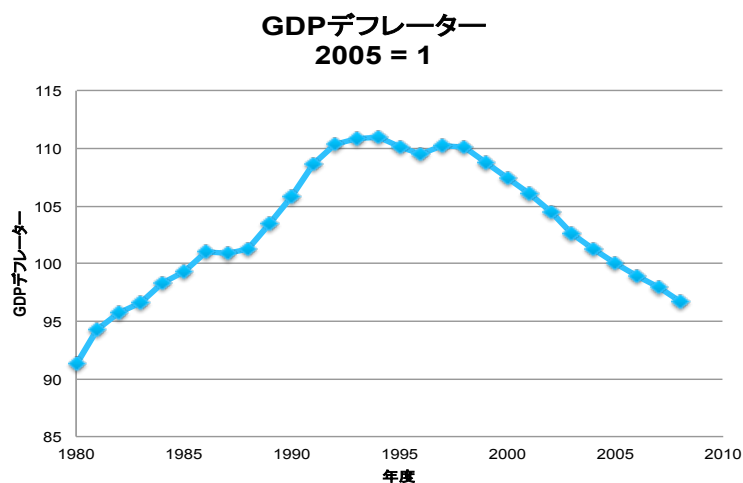


Fig. 16 GDP デフレーター (総務省統計局データより筆者作成)

実質運賃データ

運賃の推移を、運賃を実質化して再度計算したものが Fig. 17 である。

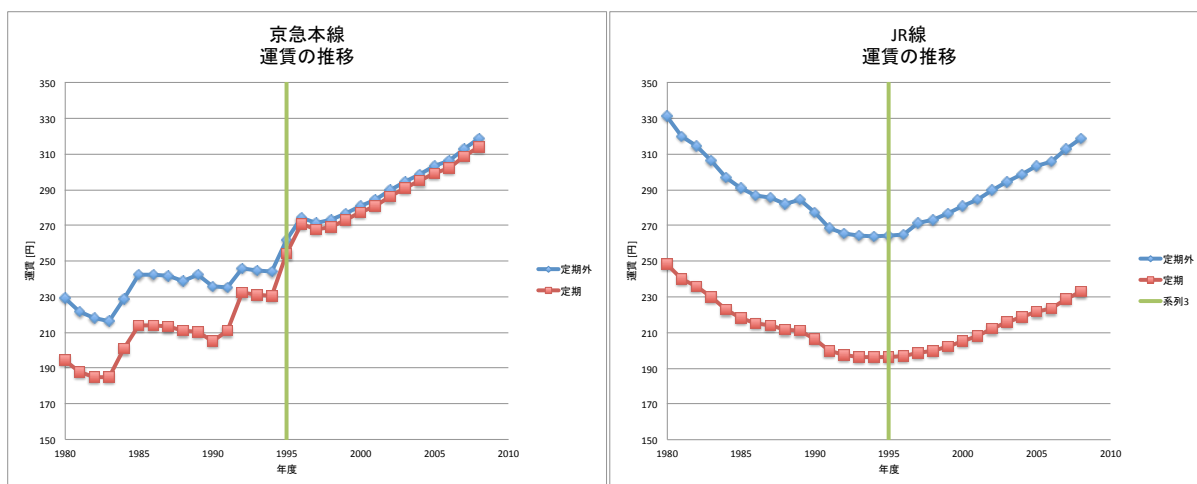


Fig. 17 JR 線・京急本線の実質運賃の推移

2.3. 旅客数の検討

本節では 2.2 節にて示したデータを基に PQ 図を作成して運賃変更が旅客数に与えた影響を確認する。

2.3.1. PQ 図

料金規制の変化の影響を確認するために、本小節では実質運賃を縦軸に、横浜—品川駅間の輸送量を横軸にとった PQ 図を作成した。

定期旅客について

京急本線については 1990 年頃までは一貫して右肩上がりの PQ 図を描いており、1990 年から 1995 年にかけてはほぼ垂直の動きを示している。そして 1995 年から 2000 年にかけては右肩下がりの PQ 図を描き、2000 年以降は再び右肩上がりに転じている。しかしその傾きは 1990 年までのそれと比べると急になっている。

JR 東海道本線については 1994 年以降のデータしか入手できなかったために 1995 年前後の変化が不明であるが、1995 年から 2000 年代初頭にかけては右肩下がりの PQ 図である一方で、それ以降に関しては右肩上がりを描いている。

定期外旅客について

京急本線については 1990 年頃から 1995 年頃にかけてほぼ垂直な PQ 図を描いている以外を除いては右肩上がりの傾向がある。またその傾きは定期旅客の場合とは逆になっている。

JR 東海道本線については一貫した右肩上がりであるが、1994 年から 1995 年にかけてはそれ以降とは逆の右肩下がりを示しているとも考えられる。

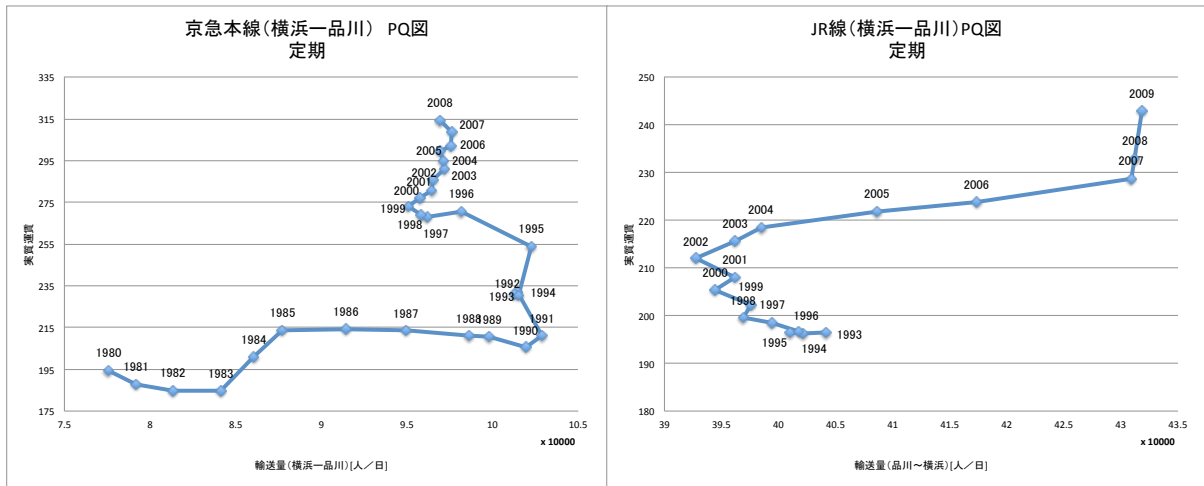


Fig. 18 定期旅客についての PQ 図

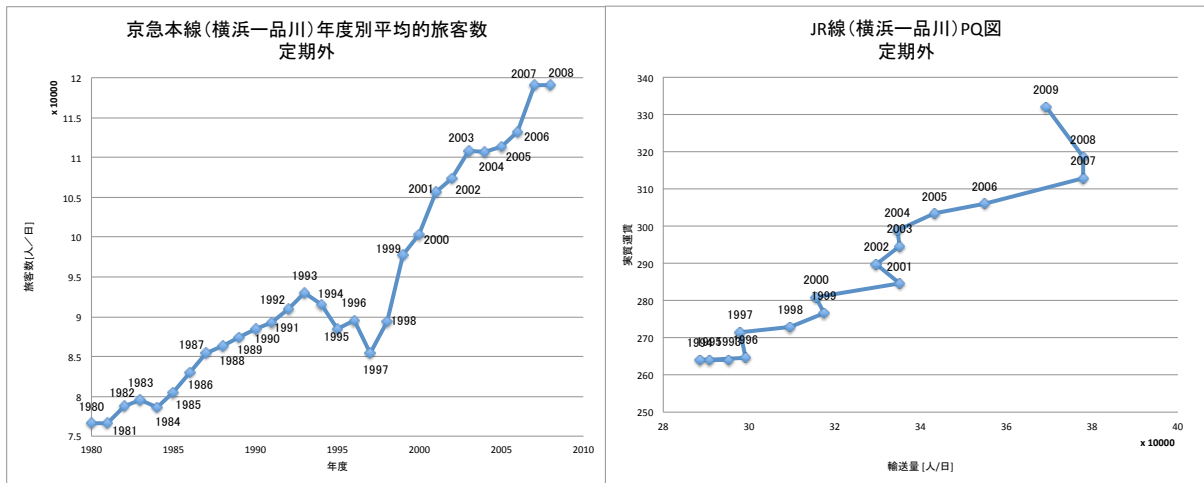


Fig. 19 定期外旅客についての PQ 図

2.3.2. シェアでみた運賃比率との関係

2.2.2 節と同様に、本小節では京急の横浜一品川駅間の旅客輸送に占めるシェアについて、運賃比率の変遷と合わせた図を作成することで、その変化を観察した。Fig. 20 左図によると、1995 年の京急の運賃値上げに連動する形で京急はシェアを落としていることが分かる。さらに、2000 年の JR の定期運賃値上げによって京急シェアは再び短期的ではあるが増加した。また Fig. 20 左図の定期外についても、1 年ほど遅れてではあるが定期旅客と同様の動きを 1995 年以降で示している。この時期のずれについては統計をとった時期によるずれなのか、或いは消費者の検討時間・切替手続き時間などの対応ラグによるものなのか判断ができなかった。この点については今後計測・分析を行う際に重要となると考えられるので、注意を要する点である。

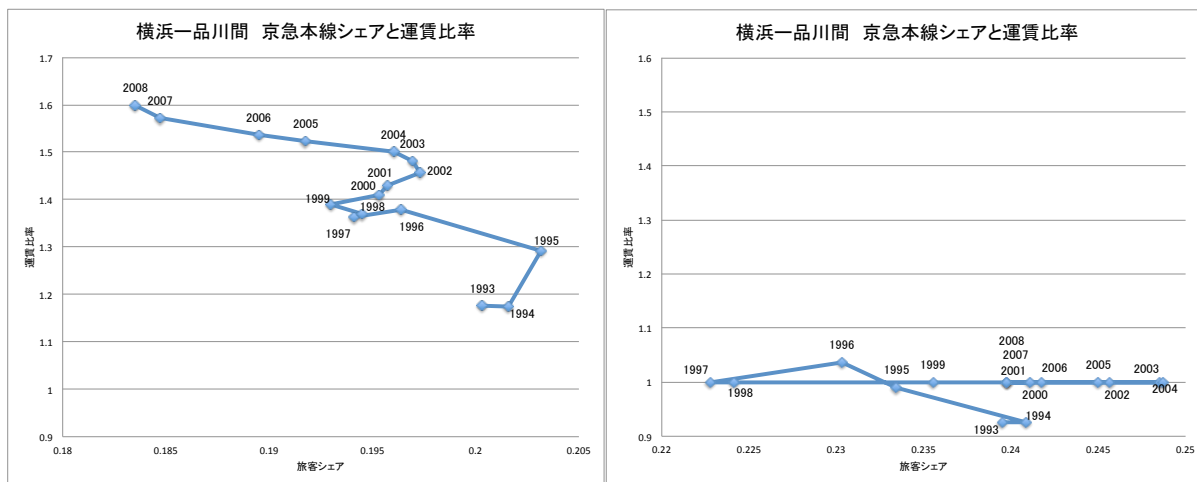


Fig. 20 京急のシェアと運賃比率の関係 (左図：定期、右図：定期外)

2.3.3. ピーク混雑率の推移

2 路線併走区間にて一方の運賃が相対的に高く改定された場合、もう一方の路線へ旅客が流れてしまうことは容易に推察される。そうした場合短期的には列車の増発・1 編成あたりの車両数の増加がないと考えられるため、運賃改定された路線の混雑率は低下し、もう一方の路線の混雑率は上昇する。もしこれと逆の現象が実際のデータで確認された場合、検討中の JR 東海道本線と京急本線との間には運賃以外の質的な違い（設置駅や路線沿線地域の特徴の影響）が大きく影響してくると考えられる。そしてその場合には 2.1 節にてこれらの 2 路線の検討によって Overlap 条件を満たすことができるとした仮定を満たすことができなくなり、路線の再検討を余儀なくされる。しかし Fig. 21 をみると 1995 年前後では値上げをした京急本線では混雑率が低下する一方で、運賃に変化のなかった JR 東海道本線の混雑率は上昇していることが分かる。そのため、この 2 路線の比較によって Overlap 条件は確かに満たすことができていると考えることができる。

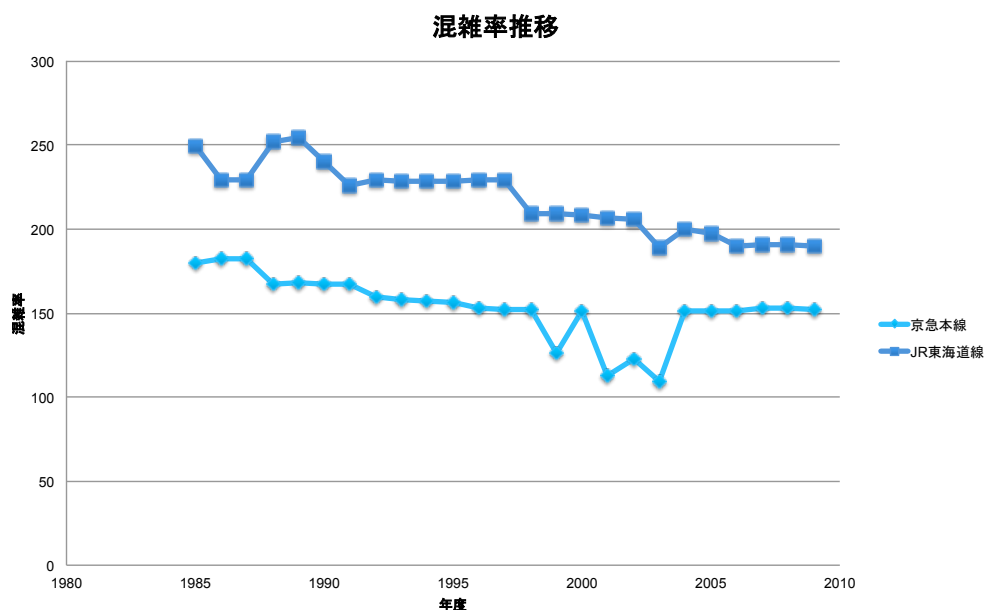


Fig. 21 ピーク混雑率¹³の推移

¹³ ピーク混雑率とは、特定の調査日において終日中最も混雑率の激しかった 1 時間における混雑率のことである。

2.3.4. 分析の方向性

本小節では 2.2 節、2.3 節と旅客数データをまとめ、分析してみた結果として得られた第 II 部での分析の方向性について述べる。

まず京急本線の旅客数についてであるが、これは Fig. 13、Fig. 13 から確認されたように 1995 年前後を境にしてトレンドが変化している。また JR のデータ不足が確認されたが、1990 年ごろまでは旅客の増加傾向が強くその後落ち着いているため、分析区間を 1990 年頃以降から現在までへと縮小して考察を行なって十分であると判断した。

また京急シェアの推移 (Fig. 20) や Fig. 21 においては、短期的には運賃変更のタイミングに合わせてシェア、混雑率が変化しているように観察できる。そのため短期的な影響についてはよく現れているように見えるが、長期的なトレンドも存在するためこれを除去してやる必要がある。

しかし第 3 章以下で詳述するが、本研究で用いることの可能なデータのうち JR のものについては 1993 年度以降のみが利用可能であり、かつ近年で比較的大きな制度変更 (運賃改定) が行われたのが 1995 年度である。そのため制度変更前に利用可能なデータ数が 4 点に限られてしまうという問題が生じている¹⁴。そのため、計量モデルを用いた運賃弾力性の推定手法¹⁴などは適用できない。そこで、本研究での分析モデルとしては平均措置効果 (Average Treatment Effect) を利用し、運賃弾力性の推定には DID (Difference in Difference) 分析を用いることで上述の問題の解消を図っている。

ただし、ATE の DID 分析では時系列での周辺環境の変化が措置群 (Treated) と対照群 (Untreated) で同一であるという仮定を置いているため、推定結果には通常 10% 程度の誤差が含まれている。そこで、先行研究においては長期的な旅客増加要因となり得るものを説明変数に組み入れているため、この要因候補についてもあわせて検討することで感度分析を行い Robustness の確認をする必要がある。ここでは、長期的な旅客増加要因の候補として 3 つ (沿線人口、都市圏の拡大などの人口の変化による要因・輸送力強化による供給量の拡大による要因・利便性向上に伴う時間費用の変化) を挙げ、次節以降にて検討した。

2.4. 外的要因の検討

2.4.1. 周辺人口の変化

外的要因の一つは沿線人口の変化である。そこで横浜—品川駅間の旅客数に大きく影響を与えてくると考えられる東京特別区と横浜市の、人口集中地区 (DID) の拡大と人口集中による人口集中地区人口の変化について確認をしたところ、東京特別区、横浜市ともに人口、人口集中地区面積が増加していることがわかった。

¹⁴ 1993 年度と 1994 年度の JR 線と京急本線それぞれの旅客数

横浜市・東京都特別区DID

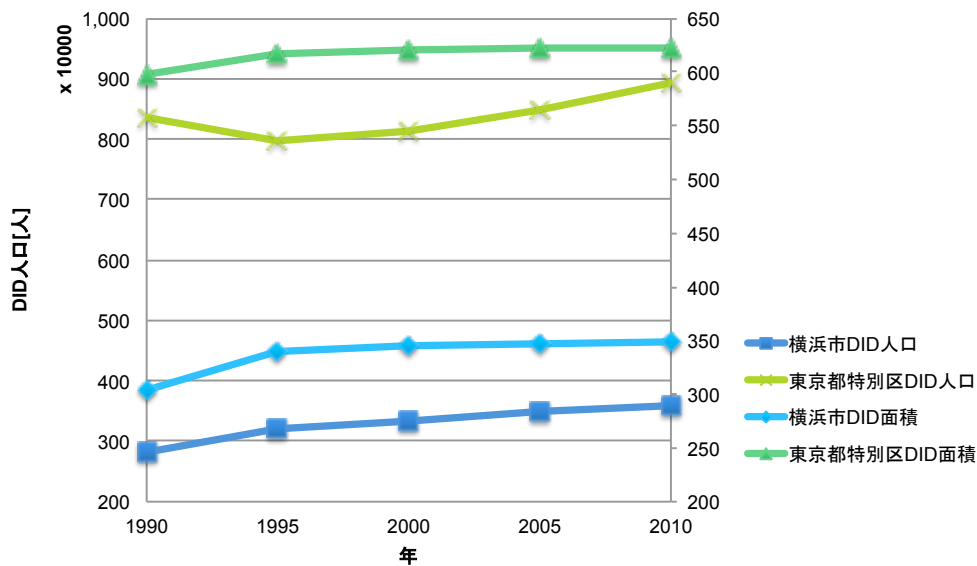


Fig. 22 東京特別区と横浜市の人口集中地区人口・人口集中地区面積の変化

2.4.2. 路線の変化

本稿において分析対象とする区間（横浜—品川間）について、列車の通行経路自体は時系列を通じて一定であるが、ダイヤ改正（急行等の各種優等列車・運行系統の新設等）や路線の変化（乗り換え先の路線の延伸・駅新設等）、が外的要因として影響する可能性がある。

ここでは、利用者の利便性という観点で特に影響が大きいと考えられる路線の変化について検討する。

湘南新宿ライン

湘南新宿ラインは2001年12月より既存の路線（東海道線 or 横須賀線 + 品鶴支線 + 山手貨物線 + 東北本線）を直通運転により運行する系統として新設された。正式な路線名ではなく運行系統名であるため、乗降者数データにおいては当該区間のデータに含まれるものの、利便性向上等の観点から乗降者数の動向に影響を与えたと考えられる。入手可能なデータが年度データであることを鑑み、本稿の分析では2002年度以降において外的要因になっていると思われる。

この外的要因については、2002年度を閾値とするダミー変数を設けて処理することが考えられる。湘南新宿ラインはダイヤ改正のたびに増発されているが、ダイヤ改正が複数回に及ぶことを考えると、個々のダイヤ改正の影響については捨象し、運行系統としての湘南新宿ラインの導入の前後のみに着目することがデータの入手可能性および推計時の自由度の確保の観点から妥当であると考えられる。

上述したとおり、乗降者数のデータ上では東海道線および横須賀線に含まれるため、ダミー変数以外の特殊な処理は必要ないと考えられる。

京急空港線

京急空港線は京急蒲田駅～羽田空港国内線ターミナル駅（旧称：羽田空港駅）間を結ぶ路線である。乗降者数データにおいては、当該区間の乗降者数データとして把握可能である。本路線においても運行形態の変化を当該変化の発生年度を閾値とするダミー変数の設定において処理することが検討される。ダミー変数の設定年度の候補と成るのは、1998年度前後

および 2002 年度前後である。1998 年度においては、当該路線は羽田空港駅へ延伸を行ったため、利用者の利便性が大きく変化し、また 2002 年度においては横浜方面への直通運転が開始され、同様に利便性が大きく変化したと考えられる。

ただし、乗降者数で見るとこれらの運行形態の変化による影響はさほど大きくないと考えられる（乗降者数について、京急空港線直通の開始前後における羽田空港駅の乗降者数の増減は、品川駅の乗降者数に比べて小さい）ため、推計式におけるダミー変数の係数及び統計的な有意性に基づいて考慮すべき外的要因であるかどうかの判断を下すものとする。

第 II 部 運賃制度分析編

第 3 章 旅客需要の運賃弾力性の推定

交通政策・交通計画の策定をする際には交通需要の分析が最も重要な不可欠の要素であり、交通需要の価格弾力性は交通経済学による交通需要の分析において最も重要な概念である^[5]。そこで本章では、ピークロード・プライシングの導入効果分析に先立って旅客需要の運賃弾力性の推計について述べる。

3.1. 推計手法の概要^[6]

需要の価格弾力性を推計するためには通常、需要関数の計量経済学的手法による推定を行い、推定された需要関数から旅客需要の運賃弾力性が推計される^[5]。しかし本研究では運賃改定が規制運賃の変更であることに注目し、運賃の変更が旅客に及ぼした影響について措置効果評価 (Treatment Evaluation) を行う。また 2.1 節にて鉄道における運賃改定は路線全体に渡っているために以下で述べる Overlap 条件を満たしているかどうか問題となるが、ほぼ平行する路線間を比較することで政策影響の評価が可能であることを述べた。そこで政策変更前後での措置群 (treated) と対照群 (untreated) との間の平均的な結果指標の差を表す平均措置効果 (Average Treatment Effect, ATE) によって措置効果評価を行うことにした。そして ATE の推計方法としては、措置群・対照群の選択の変数が今回用いるデータからは不明であり、また措置前後の異時点間の横断面データは利用可能であることから DID 分析 (Difference In Difference Analysis) を用いる。

3.1.1. 平均措置効果 (Average Treatment Effect)

措置効果評価を行うために必要な仮定は

1. Conditional independence assumption (or Unconfoundness)
2. Overlap (or matching assumption)
3. Conditional mean independence assumption

の 3 つである。Conditional independence assumption (or Unconfoundness) とは制度変更の影響が、措置群と対照群の間で独立であるとみなすことができることであり、 y_1 を対象が措置群となった場合の結果指標、 y_0 を対象が対照群となった (=措置されない) 場合の結果指標、 D を対象への措置の有無 (措置があった場合に 1、措置されなかった場合には 0 をとる) とすると

$$\text{(Conditional independence assumption)} \quad y_0, y_1 \perp D \mid \mathbf{x} \quad (2.3)$$

$$\text{(Unconfoundness)} \quad y_0 \perp D \mid \mathbf{x} \quad (2.4)$$

とそれぞれ表される。ここで(2.3)、(2.4)ともに条件 \mathbf{x} で条件付けられているが、これは措置効果評価が条件 \mathbf{x} を満たすサンプル同士での比較でなければそもそも意味を成さないからである。つまり(2.3)、(2.4)によって、措置効果評価ではその影響が異質なサンプル同士を選ぶことで結果が歪められることを除いていることを保証している。また Overlap (or matching assumption) とは、条件 \mathbf{x} を満たすサンプル中に措置群・対照群の両方が存在することであり、

$$0 < p(\mathbf{x}) < 1 \quad (2.5)$$

と表される。ここで $p(\mathbf{x})$ は措置率 (Propensity score) であり、条件 \mathbf{x} に該当する全サンプル中の措置群となる確率を表している。そして Conditional mean independence assumption とは対照群の結果指標 y_0 は措置の有無に影響しないことであり、

$$E[y_0 | D = 1, X = \mathbf{x}] = E[y_0 | D = 0, X = \mathbf{x}] = E[y_0 | X = \mathbf{x}] \quad (2.6)$$

と表される。

措置効果評価にて評価する効果には平均措置効果と措置群平均措置効果 (ATE on Treated, ATET) がある。ATE とは政策変更前後での措置群と対照群との間の平均的な結果指標の差のことであり、ATET とは措置群において措置が行われた前後の平均的な結果指標の差のことである。Δ を措置群と対照群との結果指標の差として

$$\Delta = y_0 - y_1 \quad (2.7)$$

と定義すると ATE と ATET はそれぞれ

$$ATE = E[\Delta] \quad (2.8)$$

$$ATET = E[\Delta | D = 1] \quad (2.9)$$

と定義される。ここで Δ は直接には観測可能でないことに注意が必要である。条件 \mathbf{x} を満たすサンプルに対して

$$\begin{aligned} ATE &= E[\Delta | X = \mathbf{x}] \\ &= E[y_1 - y_0 | X = \mathbf{x}] \\ &= E[y_1 | X = \mathbf{x}] - E[y_0 | X = \mathbf{x}] \\ &= E[y_1 | X = \mathbf{x}, D = 1] - E[y_0 | X = \mathbf{x}, D = 0] \end{aligned} \quad (2.10)$$

となる。ここで

$$y_0 = \mu_0(\mathbf{x}) + u_0 \quad (2.11)$$

$$y_1 = \mu_1(\mathbf{x}) + u_1 \quad (2.12)$$

とすると(2.10)より

$$\begin{aligned} ATE &= \mu_1(\mathbf{x}) - \mu_0(\mathbf{x}) + E[u_1 | X = \mathbf{x}] - E[u_0 | X = \mathbf{x}] \\ &= \mu_1(\mathbf{x}) - \mu_0(\mathbf{x}) \end{aligned} \quad (2.13)$$

として ATE が求められる。よって結果指標 y は ATE を用いると

$$\begin{aligned} y | \mathbf{x} &= Dy_1 + (1 - D)y_0 | \mathbf{x} \\ &= D(\mu_1 + u_1) + (1 - D)(\mu_0 + u_0) | \mathbf{x} \\ &= \mu_0(\mathbf{x}) + D(ATE + u_1 - u_0) + u_0 | \mathbf{x} \end{aligned} \quad (2.14)$$

となる。

3.1.2. Difference In Difference Analysis

措置前後の措置群・対照群のデータが利用可能な場合には差分の差分法 (Difference in Difference Analysis) によって ATE を求めることができる。いま時間的にあまり変化しない効果を ϕ_i 、時間とともに変化する効果を δ_i とすると、措置前後の結果指標はそれぞれ

$$y_{it,0} = \phi_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2.15)$$

$$y_{it,1} = y_{it,0} + TE = \phi_i + \delta_t + \varepsilon_{it} + TE \quad (2.16)$$

となる。つまり

$$\begin{aligned} y_{it} &= (1 - D_{it})y_{it,0} + D_{it}y_{it,1} \\ &= \phi_i + \delta_t + TE \cdot D_{it} + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (2.17)$$

と表される。

ここで $t = a, b$ の二期間における措置郡・対照群それぞれの差分をとり、さらにそれらの差分をとることで

$$\begin{aligned} E[\Delta y_1 - \Delta y_0] &= E[(y_{1b} - y_{1a}) - (y_{0b} - y_{0a})] \\ &= E[(\phi_1 + \delta_b + TE + \varepsilon_{1b}) - (\phi_1 + \delta_a + \varepsilon_{1a})] \\ &\quad - E[(\phi_0 + \delta_b + \varepsilon_{0b}) - (\phi_0 + \delta_a + \varepsilon_{0a})] \\ &= E[TE + \Delta \varepsilon_1 - \Delta \varepsilon_0] = E[TE + \Delta \varepsilon_{DID}] \\ &= ATE. \end{aligned} \quad (2.18)$$

となり、ATE が求められる。

3.2. 分析モデル 対象路線について

先に述べた通り鉄道路線に対する措置効果分析を行うためには Overlap 条件の克服が必要であり、そのために並走区間を利用して平均措置効果 (Average Treatment Effect) 推計することで運賃弾力性を推定する。そのため対象路線は第 2 章で検討した首都圏のピーク時混雑率が 180% を超えている JR の横浜—品川間と、それと並走している京浜急行電鉄の京急本線とする。また京急本線では快速運転、緩行運転ともに同一路線で行われているが、JR では横浜—品川間においては快速運転を東海道線、横須賀線が担っており、緩行運転を京浜東北線が担っている。そのため JR の横浜—品川間の路線には東海道線だけではなく、横須賀線と京浜東北線をも含めて対象路線とすることにする。1995 年度における京浜急行の運賃変更¹⁵を効果評価対象の措置とし、措置群を京浜急行 (運賃変更あり)、対照群を JR (運賃変更なし) としてそれぞれ設定した。

また 1995 年を境とした措置の前後に ATE の推計を行うにあたって問題となったのは、JR のデータ欠損である¹⁶。1995 年に生じた措置の効果を測るために利用可能な異時点数が、措置後は 2011 年度までである一方で措置前については 1993、1994 年度の 2 時点のみであった。そのため ATE の推計手法については、措置実施の直前・直後のみのデータであっても推計を行うことができる DID 分析を用いることで自由度の小さいデータから変化率の差分の差分という形で運賃弾力性を推定した。DID 分析を行うために用いた時点は、以下の 4 時点である (Fig. 23)。

分析対象とする措置：1995 年の運賃変更
措置前：1993 年～1994 年の旅客需要・運賃
措置後：1996 年～1997 年の旅客需要・運賃

¹⁵ Table. 2 京浜急行電鉄における運賃改定⁶

¹⁶ 2.2.2 節

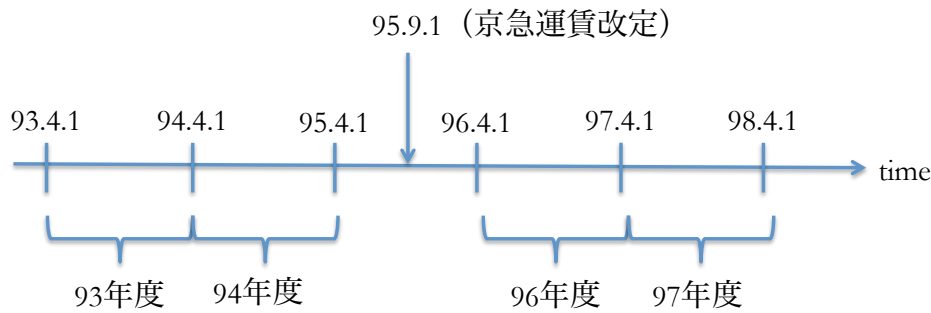


Fig. 23 運賃改定前後の流れ

本研究の主たる目的は首都圏鉄道の混雑区間にピークロード・プライシングを導入することが、将来不要となる過剰な設備投資をすること無しにピーク時の混雑を緩和することが可能となるのか否かをシミュレーションによって明らかにすることである。そして対象路線の区間ごとに運賃を変化させるのではなく、区間全体にピークロード・プライシングが適用されるとした上で、区間全体としての平均的な混雑率の変化に注目する。

そのため、複数の駅間区間からなる横浜—品川間の鉄道路線 (Fig. 24) を単一の区間にモデル化 (Fig. 25) して考える (0 節)。

路線のモデル化

本研究で分析対象としているのは横浜—品川間という複数駅区間であるため、各区間を利用した旅客数ではなく区間全体を通して平均的に移動した旅客数に注目したほうが、区間全体での混雑を考える際にはよりふさわしいと考えられる。そのため 2.2.2 節で用いたのと同様の方法で横浜—品川間の平均的な旅客数を計算する。実際の鉄道路線は Fig. 24 のようになっているが、これを Fig. 25 のような手順で当該区間の平均的旅客数を、複数路線・複数駅間に渡る旅客数データから計算していく。ここで Fig. 25 において各線が路線を表し、各丸点が駅を示している。

まず各路線をそれぞれ *Line i* ($i=1,2,3$) とし、各路線 *i* の各区間における通過旅客数、営業キロ数をそれぞれ n_{ij}, x_{ij} とする (STEP1)。次に各路線の各区間における通過旅客数と営業キロの積を合計し、区間全体の営業キロ数で除することで、各路線の始点から終点まで平均的に乗車した旅客数 Q_i を(3.17)のように計算する (STEP2)。

$$Q_i = \frac{\sum_j n_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_j x_{ij}} \quad (2.19)$$

そして上で求めた各 Q_i と各路線の営業キロの積をとり、それらを合計して各路線の営業キロの和で除することで(3.18)各路線を仮想的に 1 路線 1 区間とみなすことができる (STEP3)。

$$\bar{Q} = \frac{\sum_i Q_i \left(\sum_j x_{ij} \right)}{\sum_i \sum_j x_{ij}} \quad (2.20)$$

実際の計算で用いた旅客データでの路線名は旅客案内上の通称ではなく正式な路線名称に

よって区分使われている¹⁷ため、東海道線・京浜東北線は東海道本線として集計されている。また横須賀線や湘南新宿ラインのように複数路線に跨って運行されている路線は、旅客案内上の運行経路で集計されるのではなく帰属する各路線に集計されている。具体的には旅客案内上の横須賀線は横須賀—東京間を運行しているが、そのうち品川—東京間は東海道本線を、鶴見—品川間は途中で目黒川信号場を経由する品鶴支線を通り、大船—鶴見間は再び東海道本線を通る。そして横須賀—大船間が本来の横須賀線であり、横須賀駅へ至る路線となっている。また湘南新宿ラインの場合は大崎駅までは山手線を走り、大崎駅から大崎支線、品鶴線を経由して鶴見に至り、鶴見から戸塚までは東海道本線を走る路線となっている。

そのため本研究で用いる3路線を考えた場合、東海道本線の横浜—品川間のデータと鶴見—品川間の品鶴支線のデータを合計する必要があるため(2.20)のような計算を行うこととしている。

Table. 4 は上記の方法で集計した各路線及び鉄道会社ごとの旅客数の集計データである。ここですべての運賃は GDP デフレーターで除した実質運賃である。また定期運賃については1ヶ月定期の価格を20日分の往復で40回分の運賃の合計とみなし40で除した値を用いている。旅客数については1年度の合計値が都市交通年報で与えられていたのだからそこから365日(閏年については366日)で除した値としている。

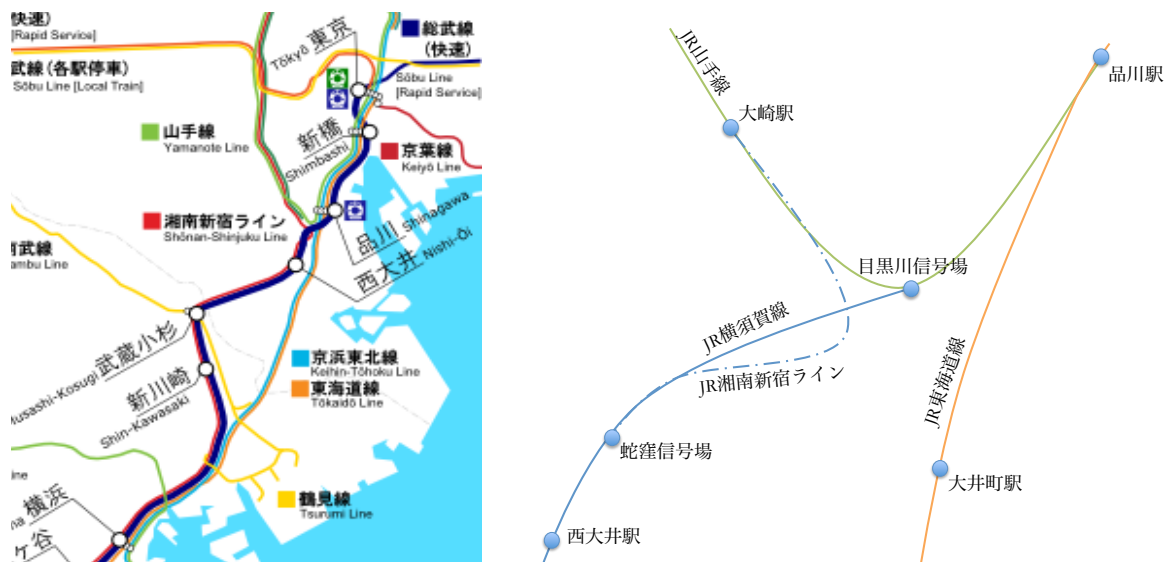


Fig. 24 実際の鉄道路線 (左図：横浜—品川間¹²、右図：品川近郊拡大図)

¹⁷ つまり並行する路線が複数あってもそれらは同一の路線であり、運行上複数の系統に分かれているだけである。具体的には横浜—品川間において東海道線と京浜東北線は並行して独立に運行がなされているため旅客案内上は別路線であるが、正式な路線名称ではどちらもともに東海道本線である。現在の JR では「-本線」という名称を旅客案内上は「本」の部分で抜いた名称で呼ばれることもある。

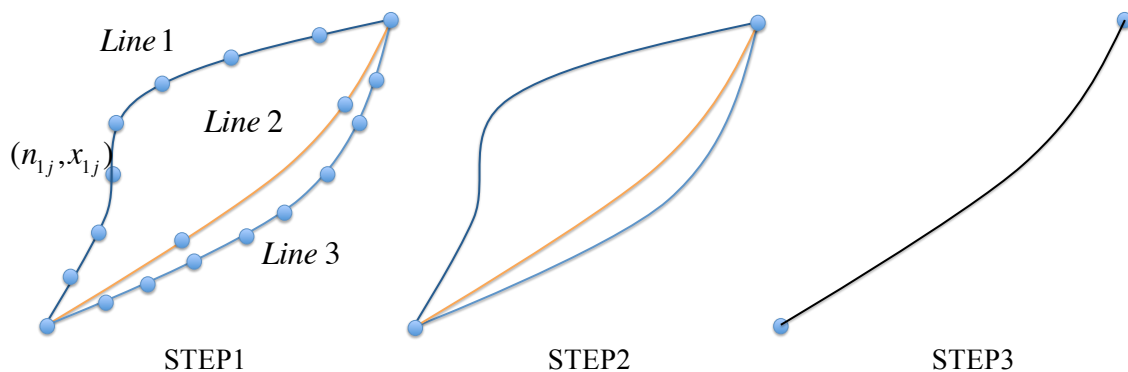


Fig. 25 複数区間を一つの区間としてモデル化

単位：人/日

	JR 線		京急本線	
	定期	定期外	定期	定期外
1993	404173	295233	101249	92966
1994	402090	288486	101527	91516
1995	401046	290674	102262	88525
1996	401772	299174	98188	89520
1997	399457	297897	96209	85396
1998	396887	309630	95832	89446
1999	397561	317462	95055	97805
2000	394445	315663	95747	100271
2001	396193	335124	96419	105701
2002	392750	329712	96532	107373
2003	396193	335124	97162	110808
2004	398458	334578	97152	110753
2005	408603	343257	96956	111394
2006	417354	354942	97576	113179
2007	430896	377902	97629	119158
2008	431233	377880	96929	119160
2009	431843	369237	—	—

Table. 4 集計した旅客数データ

3.2.1. 運賃弾力性の推計について

運賃変更による旅客需要の変化を、DID 分析による ATE の推定によって推計する。措置群を京浜急行（運賃変更あり）、対照群を JR（運賃変更なし）としてそれぞれ設定した。

また、ATE の推計の対象となる条件（運賃変更以外）の条件は一定であるとしている。この仮定は措置効果の独立性条件が成立するために必要であるが、運行区間はほぼ並行（横浜—品川間において）であり時系列的に同一時点のデータを比較できることに加え、2.4 節で検討した通り、外的要因は有意な影響を与えないと考えられるため、これらは妥当な仮定であると考えられる。

ここで DID 分析に用いるサンプル数が 2 対象 2 期間の 4 点しかないため、平均値の差の検定でその妥当性を判定することができない。そこで今回のようにごく限られたサンプル数

で DID 分析を行った結果の解釈には駆け込み・買い控え効果のような措置効果が特異な時間変化をしている可能性がないかを考慮しなければならない。そこで今回研究対象となっている鉄道の場合を考えると、鉄道利用は貯蓄不能な財であるため駆け込み・買い控え効果は限定的である。よって駆け込み・買い控え効果を考慮する必要はない。

また経済学的に合理的な個人の存在を仮定すると、各個人は運賃改定前後における混雑率の変化を適切に予測し、それに基づいて利用路線を変更するか否かを判断する。

しかし各個人が合理的な個人であるとは限らないとしたときの鉄道利用者の運賃改定前後の行動を考えると、ラグを伴った需要の揺れ戻しがありうる。いま京浜急行で運賃改定が行われ運賃が値上げされたとする。この時需要の価格弾力性は通常負であるため京浜急行から JR へ旅客が移ることが予想される。しかしピーク時の混雑率でみると京浜急行が 150%程度である一方で、JR は 200%近くの混雑率である。そのため運賃改定後に京浜急行から JR に旅客の一部が移った後に、混雑率の上昇を経験し、混雑を避けるために京浜急行に戻ってくるということが考えられる。この場合、定期券¹⁸の最長期間が 6 ヶ月であることを考慮すると運賃改定から 1 年後には需要の揺れ戻しが生じていることになる¹⁹。そこで措置後の時点を 1 時点後ろにずらすことで、こうした影響が ATE で測った運賃弾力性に与える影響を一部観測することが可能となる。そのため以下の推計では 93-93 年度と 96-97 年度のデータと 93-04 年度と 97-98 年度のデータのそれぞれから ATE を推計している。

また常に混雑している路線から空いている路線へ移る旅客が一定数いるとも考えられる。そのため DID 分析によって求められる運賃弾力性は本来の弾力値に以上の効果を合わせたものであると理解するべきであり、その効果の程度を推計する手段はない。よってピークロード・プライシングのシミュレーションの際には感度分析によってこれらの効果の存在の有無を踏まえた分析にする必要がある。

3.3. 運賃弾力性の推計手順

本小節では DID 分析による ATE 推計の具体的な手順について述べる。

まず時点 $t = T_0$ を運賃改定が行われた時点とし、時点 $t = T_n$ は運賃改定時から n 年後の時点であることを表す。また $P_{i,t}, y_{i,t}$ は $D = i$ の群の時点 t における運賃、旅客数をそれぞれ表す。また措置実施前後の旅客数の平均をそれぞれ $\bar{y}_0, \bar{y}_1, \bar{y}'_0, \bar{y}'_1$ とすると

$$\begin{cases} \bar{y}'_0 = \frac{1}{2}(y_{0,1} + y_{0,2}) \\ \bar{y}_0 = \frac{1}{2}(y_{0,-1} + y_{0,-2}) \end{cases} \quad (2.21)$$

及び

¹⁸ ここで定期外旅客については毎度の利用ごとに路線選択が可能であるためこのような考察は当てはまらない。

¹⁹ 定期券の有効期限は最長のもので 6 ヶ月である。そのため定期旅客の更新日はこの 6 ヶ月の間に分布していることになり、運賃改定が行われてから半年後までには全ての定期旅客が運賃改定前後での定期券の更新を終わらせることになる。運賃値上げに伴って JR へと定期券を更新した旅客は更新した順により高い JR の混雑率に遭遇する。そして高い混雑率によって京急へ戻ろうとする旅客が一部発生したとしても、彼らが実際に移動できるのは更新してから長くて半年後である。よって運賃改定から 1 年後には全ての定期旅客が 2 度の定期券の更新を経験することになり、それ以降のデータは混雑を避けて京急本線に戻った旅客がいたという結果を含んだデータとなっている。一方で運賃改定直後はそうした結果が反映されていない直後のデータを含んでいる。

$$\begin{cases} \bar{y}'_1 = \frac{1}{2}(y_{1,1} + y_{1,2}) \\ \bar{y}_1 = \frac{1}{2}(y_{1,-1} + y_{1,-2}). \end{cases} \quad (2.22)$$

措置群平均前後差を Δy_1 、対照群平均前後差を Δy_0 とすると

$$\begin{cases} \Delta y_1 = \bar{y}'_1 - \bar{y}_1 \\ \Delta y_0 = \bar{y}'_0 - \bar{y}_0. \end{cases} \quad (2.23)$$

よって DID 分析による ATE の推計値は

$$ATE \text{ on } y = DID = \Delta y_1 - \Delta y_0 \quad (2.24)$$

として求められる。

ただし、本研究の分析対象路線である JR 線と京浜急行線は、輸送定員が大きく異なるため、変化の差分そのものを推計対象とすることは適切ではない。そこで、(平均値の) 変化率の差を DID 分析することで、措置効果の DID 推計値を推計する。つまりこの場合の措置群平均前後差 $\tilde{\Delta}y_1$ 、対照群平均前後差を $\tilde{\Delta}y_0$ とすると

$$\begin{cases} \tilde{\Delta}y_1 = \frac{\bar{y}'_1 - \bar{y}_1}{\bar{y}_1} \\ \tilde{\Delta}y_0 = \frac{\bar{y}'_0 - \bar{y}_0}{\bar{y}_0}, \end{cases} \quad (2.25)$$

そして ATE の推計値は

$$ATE \text{ on } y = DI_p D_y = \tilde{\Delta}y_1 - \tilde{\Delta}y_0 \quad (2.26)$$

と求められる。

運賃に対しても同様にして

$$\begin{cases} \tilde{\Delta}p_1 = \frac{\bar{p}'_1 - \bar{p}_1}{\bar{p}_1} \\ \tilde{\Delta}p_0 = \frac{\bar{p}'_0 - \bar{p}_0}{\bar{p}_0} \end{cases} \quad (2.27)$$

と定義すると

$$ATE \text{ on } p = DI_p D_p = \tilde{\Delta}p_1 - \tilde{\Delta}p_0. \quad (2.28)$$

以上(2.26)、(2.28)より旅客需要の運賃弾力性を

$$\varepsilon_{DID} = \frac{ATE \text{ on } y}{ATE \text{ on } p} = \frac{\tilde{\Delta}y_1 - \tilde{\Delta}y_0}{\tilde{\Delta}p_1 - \tilde{\Delta}p_0} \quad (2.29)$$

と定義して計算する。

年度 対象	...	$t = T_{-2}$	$t = T_{-1}$	...	$t = T_0$	...	$t = T_1$	$t = T_2$	...
JR ($D = 0$)		$P_{0,-2}, Y_{0,-2}$	$P_{0,-1}, Y_{0,-1}$				$P_{0,1}, Y_{0,1}$	$P_{0,2}, Y_{0,2}$	
京浜急行 ($D = 1$)		$P_{1,-2}, Y_{1,-2}$	$P_{1,-1}, Y_{1,-1}$				$P_{1,1}, Y_{1,1}$	$P_{1,2}, Y_{1,2}$	

Table. 5 運賃改定前後における各路線の運賃及び旅客数

上段：運賃（円）、下段：一日あたりの平均的旅客数（人）

年度 対象	...	1993	1994	...	$t = T_0$	...	1996	1997	1998	...
JR ($D = 0$)		196.4	196.2				196.8	198.6	199.6	
		404173	402090				401772	399457	396887	
京浜急行 ($D = 1$)		230.9	230.7				270.8	267.9	269.3	
		101249	101527				98188	96209	95832	

Table. 6 分析に使用した運賃改定前後における各路線の運賃及び旅客数（定期）

上段：運賃（円）、下段：一日あたりの平均的旅客数（人）

年度 対象	...	1993	1994	...	$t = T_0$	...	1996	1997	1998	...
JR ($D = 0$)		264.2	263.9				264.7	271.6	272.9	
		295233	288486				299174	297897	309630	
京浜急行 ($D = 1$)		244.6	244.4				274.5	271.6	272.9	
		92966	91516				89520	85396	89446	

Table. 7 分析に使用した運賃改定前後における各路線の運賃及び旅客数（定期外）

3.4. 推計結果

以上のデータ、手法を用いて推計した ATE に基づく運賃弾力性を Table. 8 に示す。

使用データ	93-94 年度と 96-97 年度	93-94 年度と 97-98 年度
定期	-0.219	-0.271
定期外	-0.738	-1.128

Table. 8 運賃弾力性の推計結果

3.5. 考察

需要の運賃弾力性の推計値は、定期利用旅客が約-0.22、定期外利用旅客が約-0.74 となった。したがって、定期旅客の運賃弾力性は定期外旅客の運賃弾力性よりも小さいことが示されたが、これは以下のことを考えると妥当な結果であると言える。

まず 3.2.1 節でも述べたことではあるが、定期旅客の路線選択は定期外旅客に比べて硬直的であると考えられる。これは定期外旅客が鉄道を利用する度に乗車券を購入するのに対し

て、定期旅客は定期券の有効期限内は利用路線を変更できない²⁰からである。また日本では企業などが通勤旅客に対して一定の通勤代への補助を与えている場合が多い。そのため自身で負担している運賃が定期運賃より割り引いた額であるため、定期外旅客に比べて低い運賃弾力性を示すものと思われる。

この弾力性の推計値のもとでは、例えば運賃を10%値上げした時には、定期利用旅客は2.2%減少し、定期外利用旅客は7.4%減少する。また、先行研究において推計された運賃弾力性は

山田・綿貫（1996）^[5]

対象：関西大手私鉄

定期旅客： $\varepsilon = -0.15 \sim -0.25$

定期外旅客： $\varepsilon = -0.3 \sim -0.9$

金子・福田・香田（2003）^[7]

対象：首都圏大手私鉄

定期旅客： $\varepsilon = -0.15 \sim -0.43$

定期外旅客： $\varepsilon = -0.41 \sim -0.55$

であり、本研究にて推計された運賃弾力性は先行研究と比べても妥当な値となっている。また定期外旅客については定期旅客に比べて運賃弾力性のばらつきが大きく、加えて次章で詳しくは述べるがピーク時間帯の旅客の多くが通勤旅客であるため次章以降では定期旅客の運賃弾力性を主に用いてピークロード・プライシングの制度設計、シミュレーションを行っていく。また措置実施後のデータを1年度ずらしたものをを用いて推計した結果は定期旅客で約-0.27、定期外旅客で約-1.1となっている。平均値の差の検定をサンプル数の制約により行うことができないため、これらが元々の推計値と有意に異なるか否かを確認することはできない。しかし定期旅客については運賃改定後さらに1年経った後であっても運賃弾力性は約0.05変化しただけであったので、3.2.1節にて述べた旅客の元々利用していた路線への回帰による推計値のバイアスについてはATEをDID分析によって推定したことによる誤差²¹に十分入っている。そして運賃値上げによる旅客数の減少が運賃値上げ率よりも小さいため、京浜急行は運賃値上げによって定期収入は増加する。また定期外旅客については1年度後のデータでは運賃弾力性が1以下となっており、運賃値上げによって定期外収入を減少させたと推測される。

²⁰ 正確には定期旅客も定期券の有効期限において利用路線を変更することは可能である。JRのきっぷの払い戻しの規定は、有効期限が1ヶ月以上残っているものに対して、発売額からすでに使用した月数分の定期運賃と手数料210円を差し引いた残額となっている[14]。

例) 4月1日から9月30日まで有効の6ヶ月定期券を8月20日に払い戻す場合

→ 払戻額 = 6ヶ月定期運賃 - (3ヶ月定期運賃 + 1ヶ月定期運賃 × 2) - 210円

²¹ DID分析にATE推計では通常10%程度の誤差が生じうるため。

第4章 ピークロード・プライシングの導入効果分析

4.1. ピークロード・プライシングについて

ピークロード・プライシングとは限界費用価格形成原理に基づく具体的措置である。社会的厚生を最大とすることを目的とした公企業はその価格と限界費用が一致するところでの生産活動を行わなければならない、一般に鉄道では需要が最も集中するピーク時にあわせて設備投資を行っている。そしてピーク時から需要の追加的1単位に対して必要となる資本設備の追加的コストが限界費用として決定され、ピーク時の限界費用をピーク時の価格とするべきというのがピークロード・プライシング導入の根拠となっている^[8]。

消費者庁による混雑料金制、ピークロード・プライシングの定義^[9]によると、混雑料金制度やピークロード・プライシングとは設備投資等に関する費用負担の適正化と利用の平準化を図るために、需要のピーク時には高価格、オフピーク時には低価格というように、異なる需要量に応じて異なる価格を設定するものであり、交通分野（鉄道や高速道路など）の議論では、混雑に伴い発生する外部性を勘案した社会的限界費用に応じて、料金水準を設定する考え方を特に混雑料金制と呼び、これに対して、ピークロード・プライシングとはピーク時とオフピーク時の利用者間で、効率的な設備投資水準を考慮に入れた固定費配分に基づき、料金設定を行うものとされている。

鉄道において、混雑によって生じる追加的な費用としての限界費用を考察したものとしては山鹿・八田(2000)^[10]及び山崎・浅田(2013)^[4]がある。これらは主にヘドニックアプローチによるものであり、鉄道の混雑から発生する疲労コストなどを社会的費用として考え、社会的費用の推計することで得られた限界費用から最適な混雑料金を導いている。そして混雑料金としては現行定期運賃の2.3倍~5倍^[4]、あるいは1~3倍になると結論づけている。しかしこれによって混雑率がどの程度まで下げられるかについては言及がされていない。

また消費者余剰アプローチに基づく研究^[11]では主に費用便益分析の観点から混雑料金を扱っており、運賃を2倍程度にすることで混雑率を当時の混雑率218%から180%程度にできると考えられる。この混雑の緩和によって死荷重が減少し、社会余剰は年間で約20億円、事業者収入は年間100億円程度増加することがそれぞれ推計されている。

一方でピークロード・プライシングの導入は、特に混雑の激しい首都圏において、その導入及び導入効果について国土交通省などを中心に政策議論がなされており^[12]、そこでは

- ① デフレ経済状況下において、「ピーク時の運賃を高く設定する」形での時間差運賃制の導入は利用者の反発が大きい
- ② 時間差運賃により通勤時間帯の需要の分散を図ることの効果は限定的
- ③ 競合路線への逸走等を考慮すると都市圏の全鉄道事業者が一斉に実施することが必要との見解を示している。また経済団体・企業からは既にフレックスタイム制や裁量労働制などの措置を実施しており²²、これ以上始業時間を動かすことは困難であり、通勤手当の支給額が増すことでコストが増すことから反発が大きい。消費者団体としては運賃での行動様式が変わるとは思えず、ラッシュ時間帯というサービスの悪い（＝混雑の激しい）時間帯において運賃が割高になるのが納得出来ないとしている。そして鉄道事業者としては先に述べたような理由から利用者の激しい反発が懸念されるため、実施するのであれば一斉に実施する必要があるとの見解を示している。つまり現状ではピークロード・プライシングの導入には企業・通勤旅客ともに反対の意見が根強く存在²³していることになる。

²² ただし資料^[12]中においてはこのような勤務制度を設けている企業は2割にとどまる。

²³ 国土交通省が実施したアンケート^[12]によると、ピークロード・プライシングの導入に対しては企業の約61%、通勤者の約51%が反対、定期券廃止及び普通運賃引き下げについては企

4.1.1. 政策目標

本研究において分析対象とするピークロード・プライシングについて、政策目標の変数は、ピーク時混雑率とする。ここで、ピーク時とは混雑率が目標を上回る時間帯とし、またオフピーク時とは混雑率が目標を下回る時間帯と定義する。また本研究において政策目標とする混雑率は、国土交通省の掲げる目標値²⁴である150%とする。また、ピークロード・プライシングの政策効果の評価はピーク時混雑率の値に基づいて行う。

本研究の制度設計に際して操作される変数は各時間帯における運賃改定率（ ΔP ）とし、運賃改定率と旅客数との関係を2つのモデルを用いることで記述し、その上でそれぞれのモデルに対して複数の制度案を検討していく。

4.1.2. 制度設計上の仮定

分析対象時間帯に関する仮定

分析対象とする時間帯は、朝の通勤ラッシュ時間帯とする。実際の鉄道利用者の流動量実態においては多くの路線において7時台および8時台に最混雑時間帯が含まれている。特に、後述するが本研究における分析区間においてはすべての路線の最混雑時間帯が8時台である（Table. 9）。

利用者に関する仮定

分析対象時間帯における利用者は、通勤定期利用者とする。4.1で示した通り、通勤定期利用者にとっては始業時間が制約となり、またFig. 26より通勤目的旅客の利用者の多くが午前7時から8時に集中していることが分かる。そこでピーク時およびオフピーク時に関する以下の仮定を置くこととする。

- 「ピーク時」は、7時台および8時台と定義する。
- 「オフピーク時」は、6時台および9時台と定義する。

利用者の移動に関する仮定

相対運賃上昇に基づく利用者の移動は、以下の2つのモデルを考慮することで通勤目的旅客の行動を考察する。

モデル1：

7時台の利用者：6時台へ移動

8時台の利用者：9時台へ移動

モデル2：

7時台から9時台へ個々人が自由に移動

モデル1では、利用者は通勤定期利用者であるため、4.1で示した通り、始業時間の制約に基づいて利用時間帯を変更することを念頭においている。そのため現状7時台に通勤している旅客がピークロード・プライシング導入後に9時台に移動し、その逆で現状8時台に通勤している旅客が6時台に移ることが仮定した動きに対して無視できるほど小さいとみなしたモデルとなっている。しかしモデル1では7時台と8時台に異なる運賃改定率を適用して分析することが困難なため、モデル2においてそれを検討する。

業、通勤者ともに約82%が反対しているとしており、またピーク時運賃が現行運賃の3倍になった場合には約25%の企業が勤務制度を変更するとしている。

²⁴混雑改善指標（運輸政策審議会答申第19号（平成12年8月））

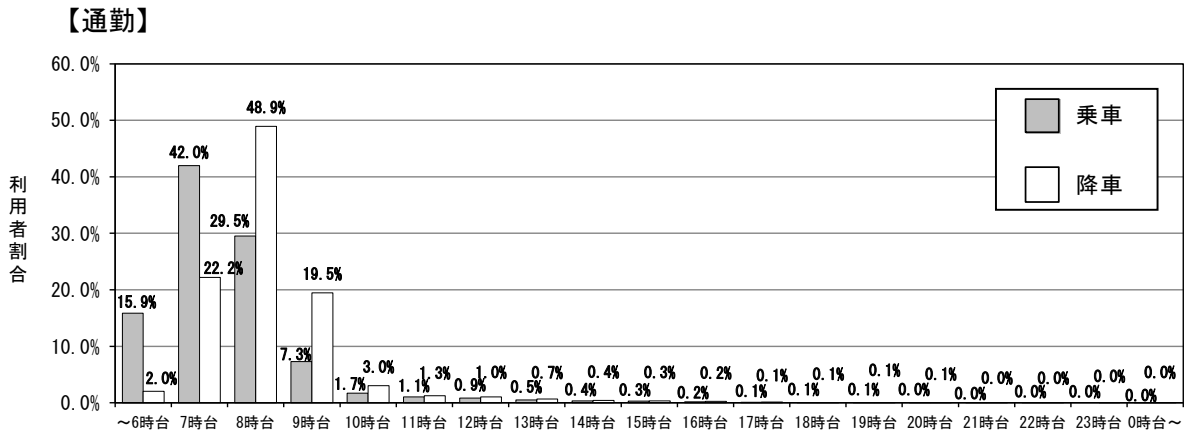


Fig. 26 通勤利用目的旅客の乗車及び降車時間分布^[13]

着時間帯		-	6時台	7時台	8時台 ²⁵	9時台	-
東海道本線	最混雑区間	-	川崎	横浜	川崎	川崎	-
		-	品川	川崎	品川	品川	-
	輸送人員 (人)	-	1,524	25,118	57,487	15,002	-
京浜東北・根岸線 大船-田端	最混雑区間	-	南浦和	大井町	大井町	大井町	-
		-	浦和	品川	品川	品川	-
	輸送人員 (人)	-	6,121	32,016	48,698	19,468	-
横須賀線	最混雑区間	-	西大井	保土ヶ谷	保土ヶ谷	保土ヶ谷	-
		-	品川	横浜	横浜	横浜	-
	輸送人員 (人)	-	1,148	14,449	22,953	9,558	-

Table. 9 路線別・時間帯別最大輸送人員区間と輸送人員 (抜粋)²⁶

4.2. 対象区間

本研究において分析対象とするピークロード・プライシングの適用区間は、JR線の「品川→横浜」間「上り」方面とする²⁷。この区間に含まれる運行系統のうち、東海道本線・横須賀線・京浜東北線を分析対象として考える。

上記区間を対象区間として設定した理由としては、混雑率が首都圏で著しく高く、かつ現実には消費税増税時を除いて運賃変更が行われていないためピークロード・プライシングの効果を分析する意義がある区間であることに加えて、価格弾力性の推計区間と分析区間を一致させることで、外的要因に由来する推計の誤差を小さくできるからである。

4.3. 輸送人員分布の推計

特定の時間帯の価格変更の効果を観察するためには、時間帯別輸送定員の分布の推計が必要である。推計を行わず、「大都市交通センサス」のマスターデータから時間帯別輸送定員の分布を直接利用する方法も考えられるが、本研究においては利用可能な先行研究と簡易に入手可能なデータに基づいて、輸送人員分布の推計手法を検討した。

²⁵ 色付きの時間帯は時間帯別輸送人員が最も大きな着時間帯を示している。

²⁶ 国土交通省「首都圏の鉄道利用者の流動実態把握」図表9より抜粋

²⁷ 運行区間の詳細は、Fig. 9を参照。

4.3.1. 利用データ

本研究において使用するデータは以下のとおりである。

- 1 都市交通年報：「主要区間輸送力並びにピーク時及び終日混雑率の推移」（平成 21 年度データ）
- 2 大都市交通センサス：「路線別着時間帯別駅間輸送定員表」
- 3 国土交通省「首都圏の鉄道利用者の流動実態把握」

「主要区間輸送力並びにピーク時及び終日混雑率の推移」からは、対象区間における最混雑時・終日それぞれの輸送人員・混雑率を参照した。

「路線別着時間帯別駅間輸送定員表」からは、対象区間における平均の時間帯別輸送定員を参照した。

「首都圏の鉄道利用者の流動実態把握」からは、各路線における時間帯別の最混雑区間における輸送人員を参照した。Table. 9 より、本研究の分析対象路線のうち、東海道本線および京浜東北線においては、最混雑時間帯における最混雑区間が横浜～品川間に含まれていることから、当該データを最混雑時間帯の輸送人員とみなして利用可能である。一方、横須賀線においては、最混雑時間帯である 8 時台における最混雑区間は保土ヶ谷～横浜間であり、分析対象である横浜～品川間には含まれない。しかしながら、分析対象区間に隣接する区間が最混雑区間であることから、分析対象区間の輸送人員に極めて近い輸送人員であると考え、本研究では利用可能なデータであるとして推計を行った。

4.3.2. 推計方法

本研究ではピーク時（8 時台）およびピーク時まわり（本研究における分析上のオフピーク時、（6 時台および 7 時台））に着目するが、前述のとおり本研究の分析区間における最混雑時間帯はいずれの運行系統においても 8 時台である。そのため、以下に示す推計手法によって、東海道線の各運行系統（東海道本線・京浜東北線・横須賀線）の輸送人員分布を各々推計した上で合算することで、8 時台における輸送人員分布の推計精度を高める工夫とした。

まず分布の推計を、一日の中で旅客需要がピークとなる 8 時台とそのピーク時まわり（7 時台及び 9 時台）、そしてそれ以外の時間帯の 3 つに区分する。ピークロード・プライシングの導入することの意味は、ピーク時の需要を他の時間帯に分散させることでピーク時の需要集中を緩和することである。そのためピーク時である 8 時台の旅客需要の推定に最も高い精度が求められる。そこでピーク時の旅客数の推定にあたっては、「主要区間輸送力並びにピーク時及び終日混雑率の推移」^[3]より最混雑時の混雑率を、「路線別着時間帯別駅間輸送定員表」^[13]よりピーク時の輸送定員をそれぞれ得ることができるので、これらを掛けあわせることでピーク時の旅客数とした。

次にピーク時まわり（7 時台及び 9 時台）であるが、これらの時間帯の旅客数は「首都圏の鉄道利用者の流動実態把握」²⁸より 7 時台および 9 時台の 8 時台に対する輸送定員の割合を算出し、この割合を先に求めた 8 時台の旅客数に乗じることで求めた。

そしてその他の時間帯については、「主要区間輸送力並びにピーク時及び終日混雑率の推移」^[13]における終日旅客数から 7 時台-9 時台の旅客数を除いた旅客数を算出し、この値を「路線別着時間帯別駅間輸送定員表」における時間帯別輸送定員を用いて算出した、終日輸送定員に対する各時間帯の定員の割合によって按分することで、7 時-9 時台以外の時間帯における輸送人員を推計した。

推計結果は以下のとおりである。また 6 時台から 9 時台までの旅客数分布は Table. 10 の通りとなっている。

²⁸ 国土交通省の資料より

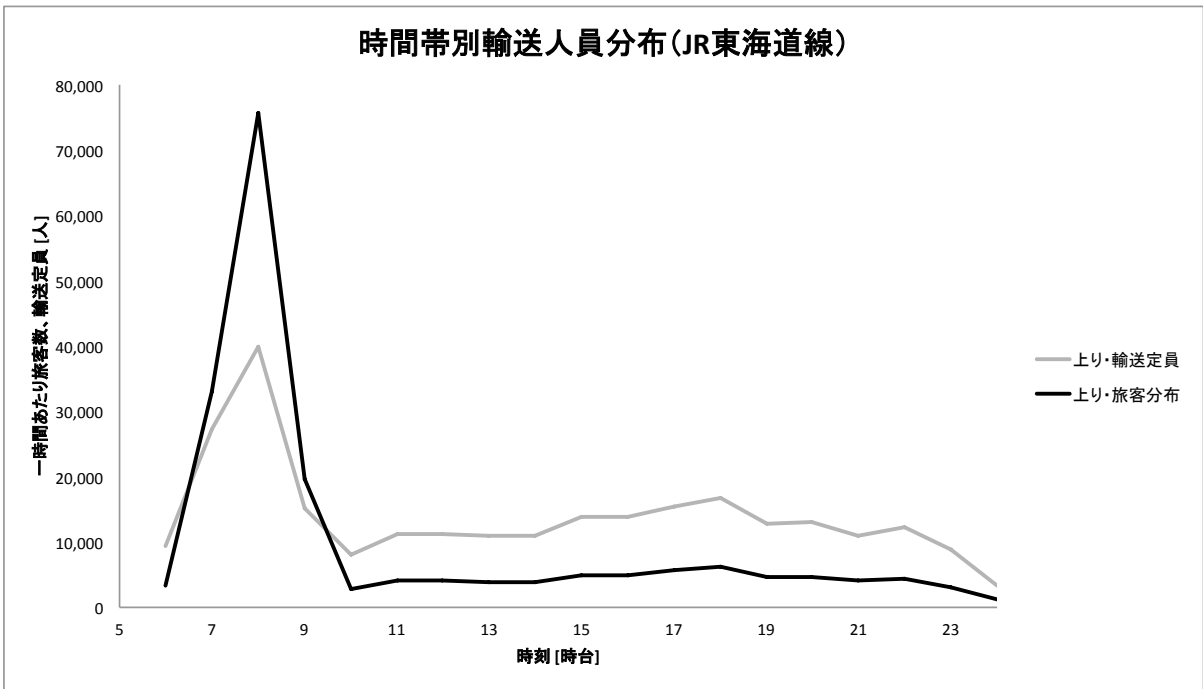


Fig. 27 時間帯別輸送人員分布 (JR 東海道本線)

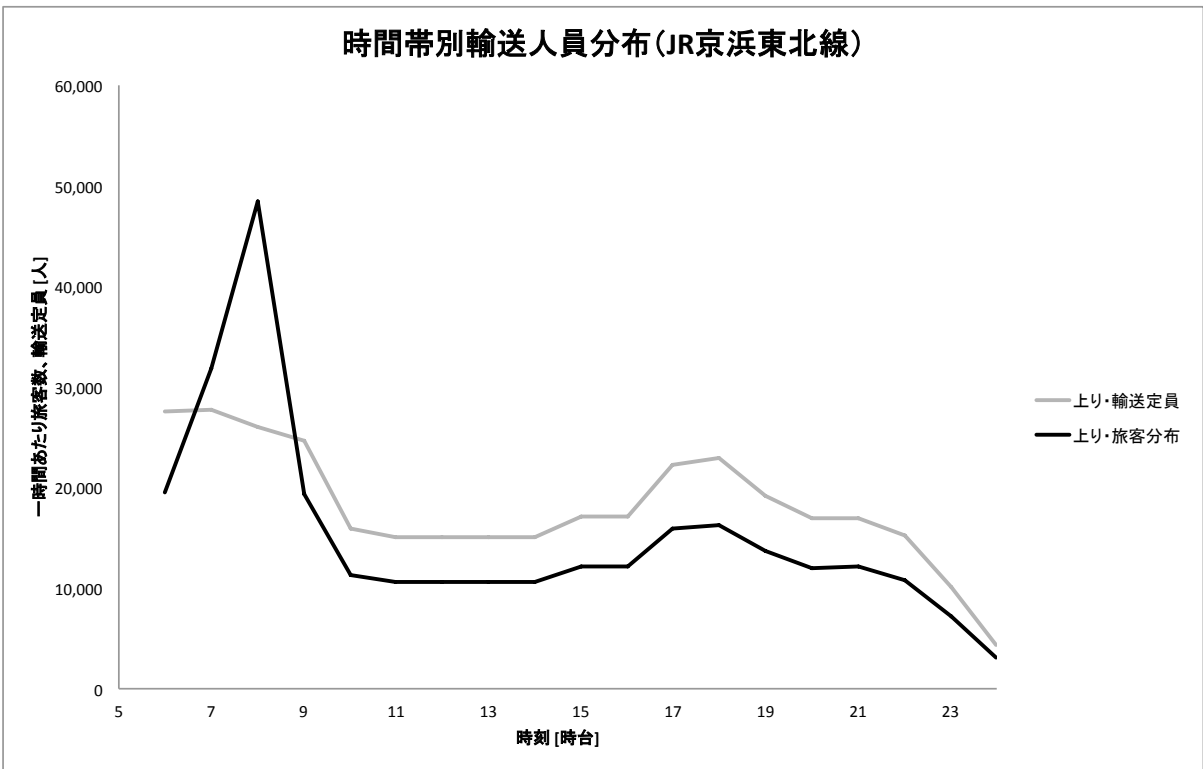


Fig. 28 時間帯別輸送人員分布 (JR 京浜東北線)

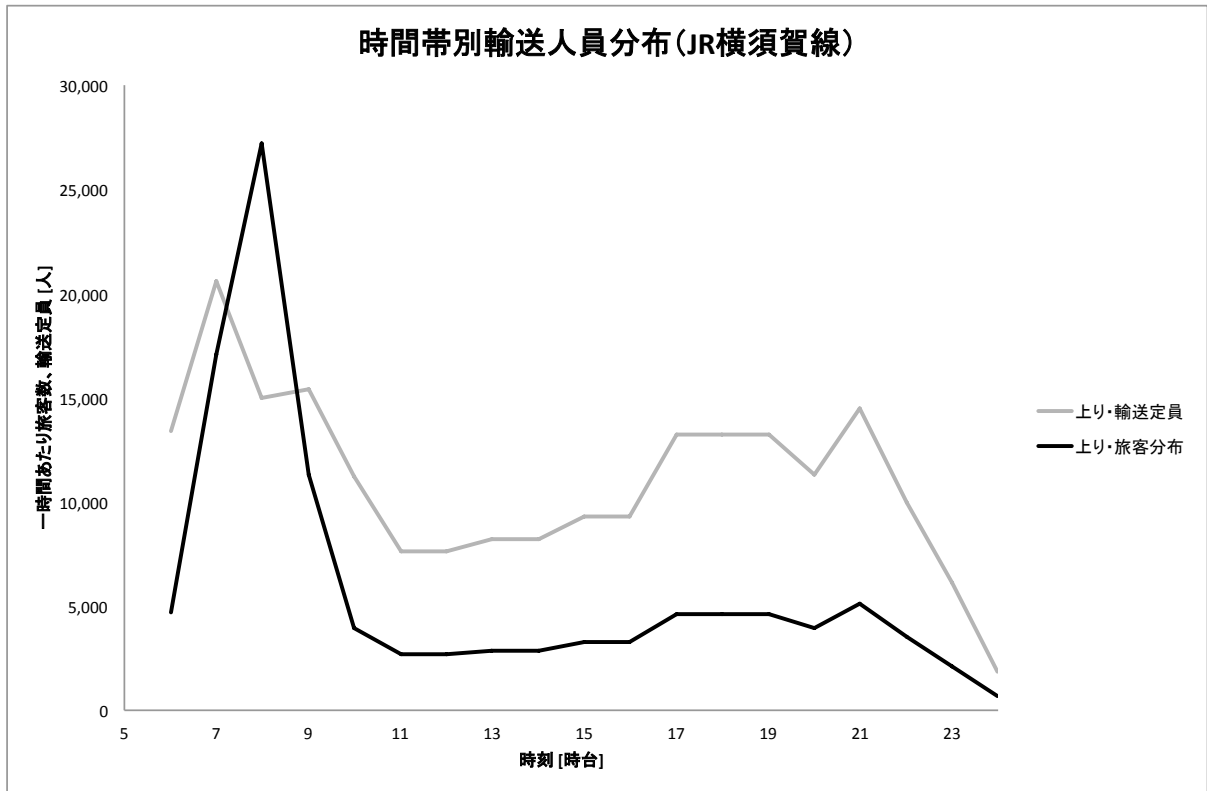


Fig. 29 時間帯別輸送人員分布 (JR 横須賀線)

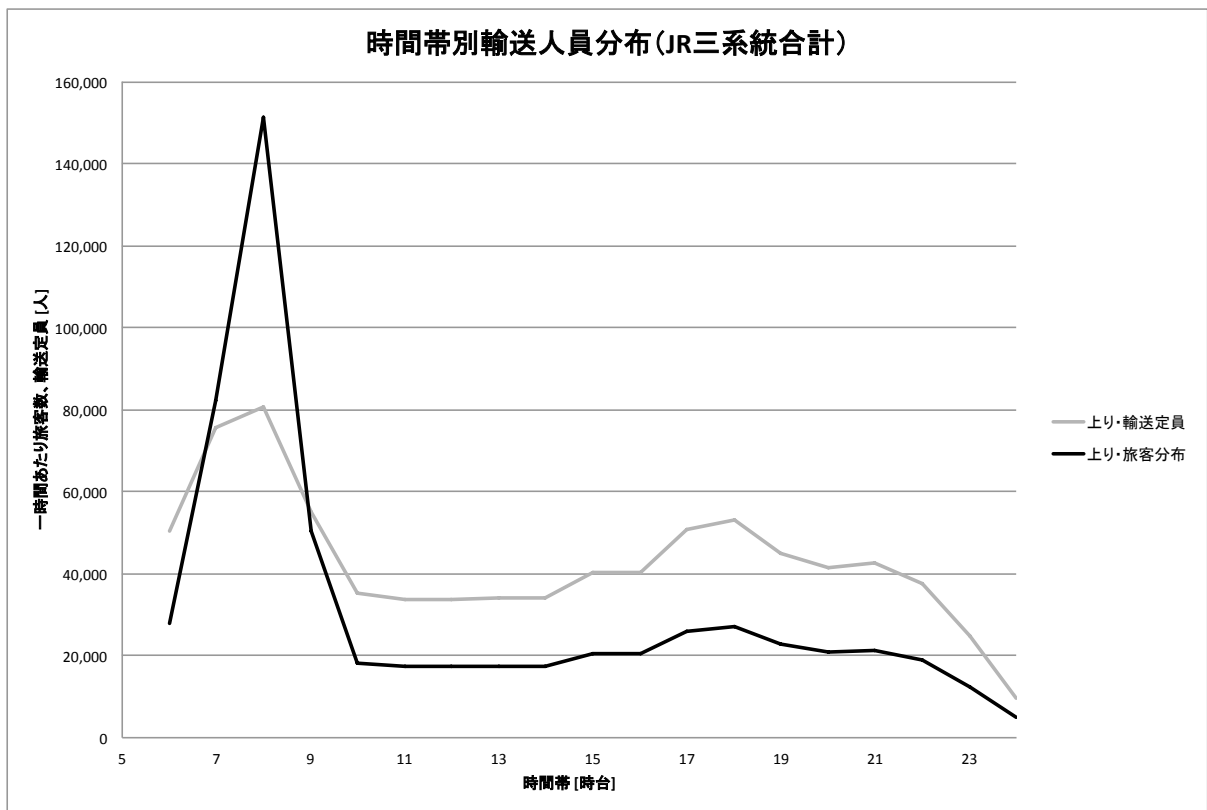


Fig. 30 時間帯別輸送人員分布 (JR 三系統合計)

	6時台	7時台	8時台	9時台
旅客数 [人/時]	50,347	75,759	80,823	55,178
輸送定員 [人/時]	27,703	82,101	151,434	50,480
混雑率 [%]	55	108	187	91

Table. 10 通勤時間帯の旅客数分布推定結果

4.4. ピークロード・プライシングの計算モデル

本節では、4.3 節にて推計した旅客の時間帯別分布を基にピークロード・プライシングの制度導入シミュレーションを行うために必要となる、時間帯別運賃変更と時間帯別旅客数の関係を記述するモデルについて述べる。

旅客数の変化と運賃改定率の関係は DID 分析による ATE 推計から定義された運賃弾力性に基づくものであり、そこに通勤利用者数一定の条件と収入一定の条件を加えたものとなっている。またピークロード・プライシング導入の際には、運賃の弾力化を事業者の収入が一定となる範囲内で行うのか、あるいはそうでないのかによって大きく分けられると考えられる。そこで以下の計算では、各モデルに対して収入一定の条件を加えない場合と加える場合に分けて述べていく。

4.4.1. モデル 1 —7 時台と 8 時台を独立に扱う場合—

まず分析対象時間帯をピークとオフピークの 2 つに分けるもっとも簡単なモデルを本小節では扱う。4.1.2 節で述べたように、通勤時間帯の分析の仕方としてはピークとオフピークの 2 つに分ける方法と、各時間を独立に扱う方法の 2 通りについて考察をするが、以下ではまず最も簡単に記述・分析が可能な前者について述べる。

いま、ピーク時間帯をピーク 1 時間・オフピーク 1 時間の組み合わせ（6-7 時と 8-9 時の 2 セット）に分け、ピーク時間帯の 7 時と 8 時を $i=1$ 、オフピーク時間帯の 6 時と 9 時を $i=0$ とする。以下では、それぞれのセット時間帯内での関係を記述することで、7 時台と 8 時台が完全に独立した時間帯でありこの間の旅客の移動がないものとして扱うとした単純なモデルを構築している。そして措置実施前（ピークロード・プライシング導入前）の運賃・旅客数を P_i, X_i 、措置実施後の運賃・旅客数を P'_i, X'_i とする。このとき(2.29)での運賃弾力性の定義より

$$\Delta X_i - \Delta X_0 = \varepsilon(\Delta P_i - \Delta P_0) \quad (3.1)$$

となる。ここで

$$\Delta X_i = \frac{X'_i - X_i}{X_i} \quad (3.2)$$

$$\Delta P_i = \frac{P'_i - P_i}{P_i} \quad (3.3)$$

である。次に鉄道の通勤需要はピークロード・プライシング導入前後で変わらないとすると

$$X'_1 + X'_0 = X_1 + X_0 \quad (3.4)$$

が成り立つ。またピークロード・プライシング導入前後で鉄道事業者の収入が変わらないためには

$$P'_1 X'_1 + P'_0 X'_0 = P_1 X_1 + P_0 X_0 \quad (3.5)$$

が成り立つ必要がある。

(3.2)、(3.4)より

$$X_1 \Delta X_1 + X_0 \Delta X_0 = 0. \quad (3.6)$$

(3.6)を(3.1)に代入して

$$\Delta X_1 = \frac{X_0}{X_1 + X_0} \varepsilon(\Delta P_1 - \Delta P_0), \quad (3.7)$$

$$\Delta X_0 = -\frac{X_1}{X_1 + X_0} \varepsilon(\Delta P_1 - \Delta P_0) \quad (3.8)$$

を得る。

次に鉄道事業者の収入が一定となる条件は(3.5)で与えられており、これは微小変分の2乗を0と近似することと、ピークロード・プライシング導入以前は $P_1 = P_0$ であることより

$$\Delta P_1 X_1 + \Delta P_0 X_0 = 0 \quad (3.9)$$

とすることができる²⁹。よって(3.6)、(3.9)を(3.1)に代入することで

$$\Delta X_1 = \varepsilon \Delta P_1, \quad (3.10)$$

$$\Delta X_0 = -\frac{X_1}{X_0} \varepsilon \Delta P_1, \quad (3.11)$$

$$\Delta P_1 \geq -1, \quad (3.12)$$

$$\Delta P_0 \geq -1 \quad (3.13)$$

となる。

4.4.2. モデル2 —7時台と8時台を分けて扱う場合—

次に、通勤時間帯における各時間を独立に扱う場合に旅客数の変化率と運賃の変化率がどのような関係を持つのかについて述べる。

いま P_i, X_i ($i=6,7,8,9$)をピークロード・プライシング導入前の時刻 i 時台の運賃・旅客数とし、 P'_i, X'_i をピークロード・プライシング導入後の運賃・旅客数を表すものとする。

まず運賃弾力性の定義式(2.29)より

$$\Delta X_i - \Delta X_j = \varepsilon(\Delta P_i - \Delta P_j) \quad (i \neq j) \quad (3.14)$$

であり、鉄道の通勤需要がピークロード・プライシング導入前後で不変であるとする

$$\sum_i X'_i = \sum_i X_i \quad (3.15)$$

とできる。また制度導入前後で事業者の収入が一定となるためには

$$\sum_i P'_i X'_i = \sum_i P_i X_i \quad (3.16)$$

を満たす必要がある。また制度導入前は全ての時間帯で同一運賃が設定されているとされているので

$$P_i = P_j \quad (\forall i, j = 6, 7, 8, 9). \quad (3.17)$$

事業者の収入一定を考慮しない場合、(3.14)より

$$\Delta X_j = \Delta X_i - \varepsilon(\Delta P_i - \Delta P_j) \quad (\forall j \neq i) \quad (3.18)$$

であり、(3.15)より

²⁹ $P_1 X_1 + P_0 X_0 = P'_1 X'_1 + P'_0 X'_0$
 $= (1 + \Delta P_1)(1 + \Delta X_1)P_1 X_1 + (1 + \Delta P_0)(1 + \Delta X_0)P_0 X_0$
 $= (1 + \Delta P_1 + \Delta X_1)P_1 X_1 + (1 + \Delta P_0 + \Delta X_0)P_0 X_0$

$$\sum_i X_i \Delta X_i = 0 \quad (3.19)$$

なので、(3.19)に(3.18)を代入することで

$$\Delta X_i = \frac{\varepsilon}{\sum_i X_i} \left(\sum_{j \neq i} X_j (\Delta P_i - \Delta P_j) \right) \quad (3.20)$$

を得る。

次に鉄道事業者の収入が制度導入前後で一定となる場合を考えると、(3.16)で微小変分の2乗を0と近似することで

$$\sum_i P_i X_i (\Delta P_i + \Delta X_i) = 0 \quad (3.21)$$

となり、(3.17)及び(3.19)を(3.21)に代入して

$$\sum_i \Delta P_i X_i = 0 \quad (3.22)$$

を得る。そして、(3.22)を(3.20)に代入することで最終的に

$$\Delta X_i = \varepsilon \Delta P_i \quad (3.23)$$

を得る。以上によって各時間帯における旅客数の変化率を各時間帯での運賃の変化率で表すことができた。

4.5. モデル1の結果

4.4.1節のモデル1に基づいてピークロード・プライシング導入後の混雑率の変化をシミュレーションした結果を Fig. 31 から Fig. 34 に示す。Fig. 31 と Fig. 32 はピークロード・プライシングによる旅客分布の変化のシミュレーション結果である。また運賃弾力性については、3.5節での考察より、計誤差や混雑回避のための旅客の路線選択によるバイアスは±10%の感度分析を行うことで考慮できるため、Fig. 33 と Fig. 34 にその結果を示している。

4.5.1. 収入一定の条件がない場合

ピーク時だけの値上げをした結果が Fig. 31 であり、ピーク時運賃を100%値上げすると混雑率としては157%となることが分かり、Fig. 33 によると120%値上げすることで混雑率150%を達成することができる。

またオフピーク時のみ値下げした結果が Fig. 32 であり、100%値下げ³⁰を行ってもピーク時の混雑率を150%以下にすることはできない。

また収入一定の条件がない場合にはピーク時の旅客数の変化は(3.7)で表される。これよりピーク時の旅客数変化は、ピーク時のオフピーク時に対する相対運賃改定率で決まることが分かる。よって混雑率の変化を捉えるためには相対運賃改定率にのみ注目すればよい³¹。

ピークロード・プライシング導入の目的は、一日の中で混雑率がピークとなる瞬間の混雑率を引き下げることにある。そこで混雑率がピークを示す8時台に絞って相対運賃改定率の影響を考えたものが Fig. 33 である。これによると、運賃弾力性が推計値の時には相対運賃改定率を約120%にすることでピーク時混雑率を150%まで下げることができる。また運賃弾力性が推計値よりも10%大きかった場合には約220%の、10%小さかった場合には約81%の相

³⁰ 運賃値下げ率の最大値は(3.13)のように100%であるとしている。これは100%以上の値下げは運賃が無料であるだけでなく、利用する度にキャッシュバックが行われることを意味しており、現実的にはあり得ないからである。

³¹ ピーク時に100%値上げしたときの混雑率 (Fig. 31) と、オフピーク時に100%値下げしたときの混雑率 (Fig. 32) が同じ結果になっている。

対運賃改定率が目標値達成のためには必要になってくる。

4.5.2. 収入一定の条件がある場合

Fig. 34 に、収入一定の条件(3.9)を課した場合のピーク時運賃改定率とピーク時混雑率との関係を示している。この場合(3.9)によってピーク時の運賃改定率とオフピーク時の運賃改定率が関係するため、独立変数はピーク時の運賃改定率だけである。また Fig. 34 の実線部分はオフピーク時の運賃値下げ率が 100%を上回らない範囲を示しており、点線部分ではオフピーク時の運賃値下げ率が 100%以上となっている状況を示している。

つまり、目標とする混雑率が下限以上であれば鉄道会社の収益を悪化させることなく、ピークロード・プライシングにて混雑緩和が達成される。一方で目標混雑率に下限が達しなければ、収入一定の条件を超える幅の運賃改定が必要となる。そしてピークロード・プライシングといったソフト面だけでは目標達成が不可能となるので、政策的に運賃収入の補償を行うなり、輸送力増強といったハード面での投資を合わせて行う必要が生じてくる。

よって実現可能な運賃としては実線の描かれた範囲でしかなく、ピーク時混雑率 150%の線 (Fig. 34 で混雑率 150%を通る横軸に並行な直線) が実線部分と交わらないのであれば、収入一定の条件下ではピーク時混雑率 150%を達成することが不可能であること意味する。そして Fig. 34 によると、通勤需要の運賃弾力性が推計値か、推計値よりも負に大きくなる範囲であればピーク時混雑率を 150%にするピーク時運賃改定率の解が存在する。また通勤需要の運賃弾力性が推計値よりも正に大きくなってしまうと、即ち目標混雑率を達成するピーク値運賃弾力性の解は存在せず、解なしとなる。

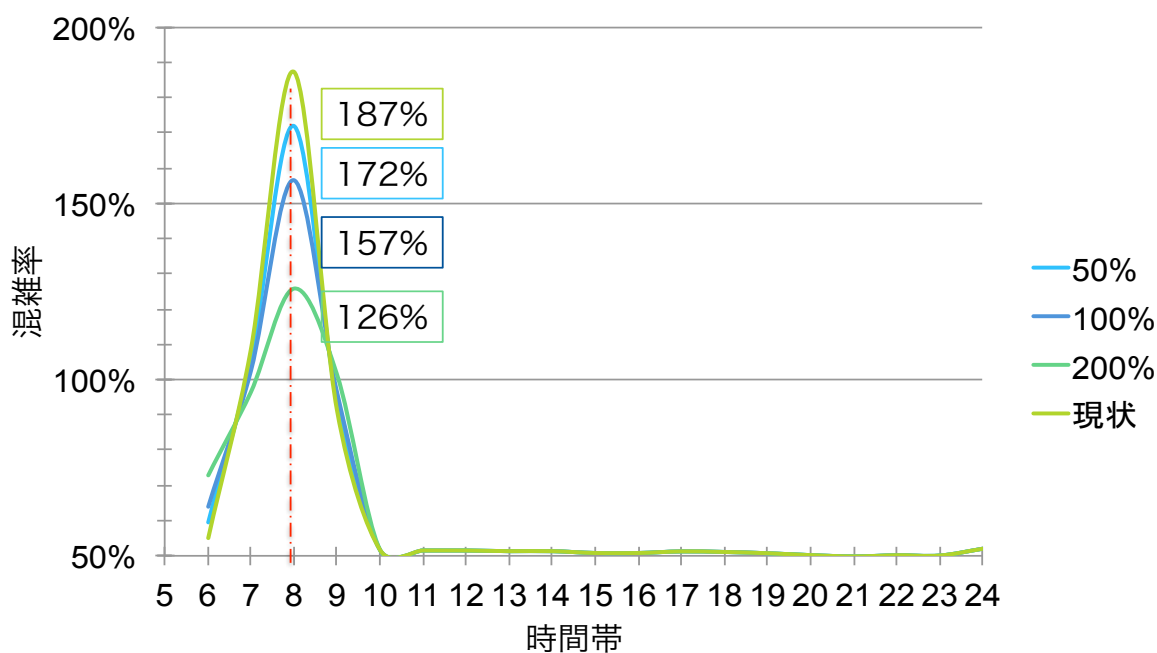


Fig. 31 ピーク時のみ値上げした場合

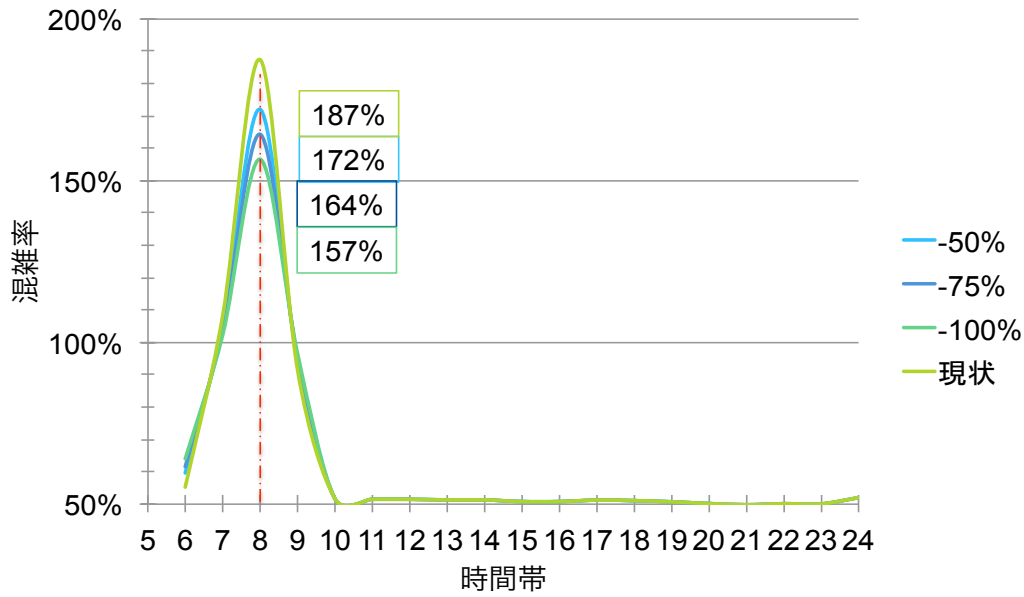


Fig. 32 オフピーク時のみ値下げした場合

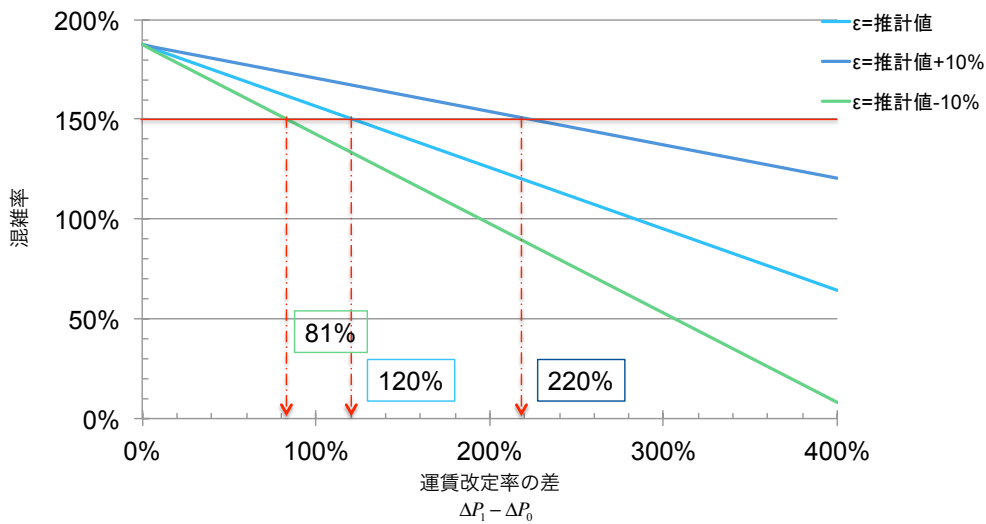


Fig. 33 8 時台における混雑率の変化

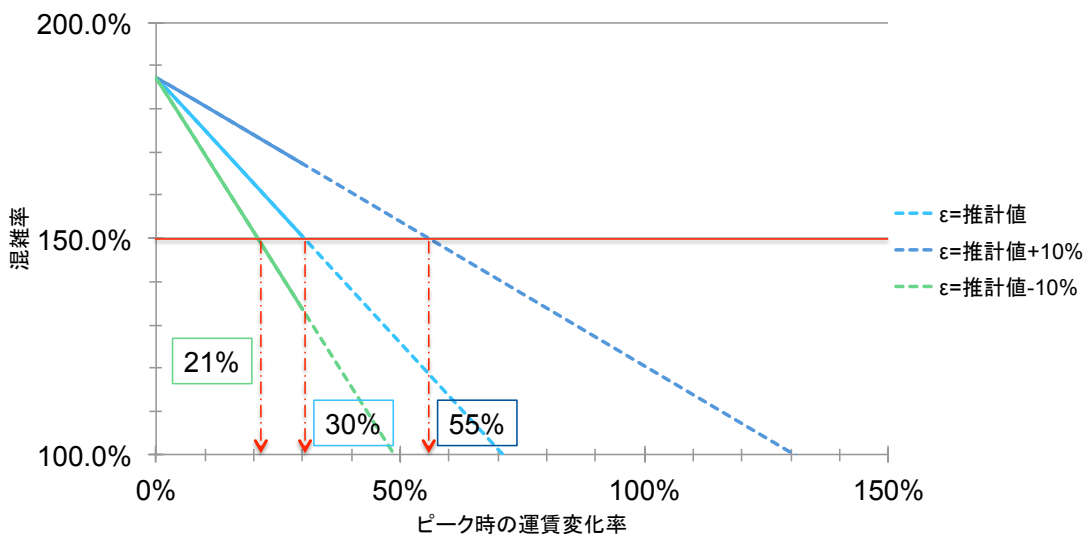


Fig. 34 収入一定の条件下における 8 時台の混雑率の変化

4.6. モデル 2 の結果

4.4.2 節のモデル 2 に基づいてピークロード・プライシング導入後の混雑率の変化をシミュレーションした結果を Fig. 35 から Fig. 37 に示す。またモデル 2 については通勤目的需要を一定(3.15)とした上で、収入一定の条件(3.16)も課したモデルについて分析を行う。また本節での分析において操作するのは 8 時台の運賃改定率 ΔP_8 と 7 時台と 8 時台の運賃改定率の比 α である。ここで α は以下のように定義されるパラメータである。

$$\alpha = \frac{\Delta P_7}{\Delta P_8} \quad (3.24)$$

またオフピーク時間帯の運賃改定率である $\Delta P_6, \Delta P_9$ については

$$\Delta P_6 = \Delta P_9 \quad (3.25)$$

であるとしている。

(3.23)より各時間帯の通勤旅客数の変化率は、通勤需要の運賃弾力性と当該時間帯における運賃改定率によって求まる。いま改定される運賃は 4 つの時間帯 ($\Delta P_6, \Delta P_7, \Delta P_8, \Delta P_9$) であるが、まず(3.22)によってそのうち一つは従属変数となる (ΔP_9 がここで従属変数となるとする)。また(3.25)によってさらに一つが従属変数となり (今の場合だと ΔP_6)、残る変数は $\Delta P_7, \Delta P_8$ の 2 つとなる。そこで ΔP_8 と ΔP_7 との比をパラメータにとることで独立変数を ΔP_8 一つだけにするができる。

ここでパラメータ α は、ピーク時間帯である 8 時台に対して、それに次ぐピーク時間帯である 7 時台にどの程度の運賃改定を行うのかを示すパラメータである。4.4.1 節で説明したモデル 1 では、通勤旅客の利用時間の変化を 6 時台と 7 時台、8 時台と 9 時台の 2 つに分けており、7 時台と 8 時台の間での旅客の移動はないものとしていた。そこで 7 時台と 8 時台の間での旅客の移動を許し、かつ時間帯に応じて運賃改定率を変化させることができるように導入したのがパラメータ α である。

以下のシミュレーションでは、 α の値として 0, 0.5, 1.0 の 3 通りについて分析を行っている。 $\alpha = 0$ とは 7 時台の運賃は値上げも値下げもしないことを、 $\alpha = 0.5$ とは 7 時台の運賃は 8 時台の半分の運賃改定率を実施するというを、 $\alpha = 1.0$ とは 7 時台も 8 時台も同じだけ運賃を改定することをそれぞれ意味している。

また 4.5.2 節と同様に、Fig. 35 から Fig. 37 では実線がオフピーク時の運賃値下げが 100% 以内である範囲を、点線がオフピーク時の運賃値下げが 100% を超えることを表している。そして感度分析についても 4.5.2 節と同様に運賃弾力性の推計値 $\pm 10\%$ で行っている。

まずモデル 1 の場合に比べてモデル 2 では 8 時台の運賃改定率に対して混雑率の緩和が緩やかである。これはモデル 1 では 8 時台と 9 時台のデータのみを用いており、モデル 2 では全時間帯 (6-9 時台) のデータを用いていることに起因するものである。よってモデル 1 では 9 時台の旅客の増加は全て 8 時台の旅客の移動によるものであったが、モデル 2 では 7 時台の旅客も 9 時台へ移動することを許しているためである。収入一定の条件下ではピーク時間帯 (7 時台・8 時台) の旅客がオフピーク時間帯 (6 時台、9 時台) へ移動できる数に運賃の面からの制限がかかり、8 時台の旅客の移動が 7 時台の旅客によってクラウディング・アウトされる結果、モデル 2 では混雑率がモデル 1 ほど低下しない。

モデル 2 においては、感度分析の範囲内では収入一定の条件を満たしながらピーク時の混雑率を 150% 以下にするピーク時運賃改定率の解が存在しない結果となった。また α が小さいほどピーク時の混雑率を下げるができることが分かる。よって、ピークロード・プライシングはオフピーク時からピーク時に向けて段階的に運賃を上げていくことが、ピーク時・オフピーク時それぞれに一律の運賃改定を行うことに比べてより混雑率の低下に効果的な施策となる。

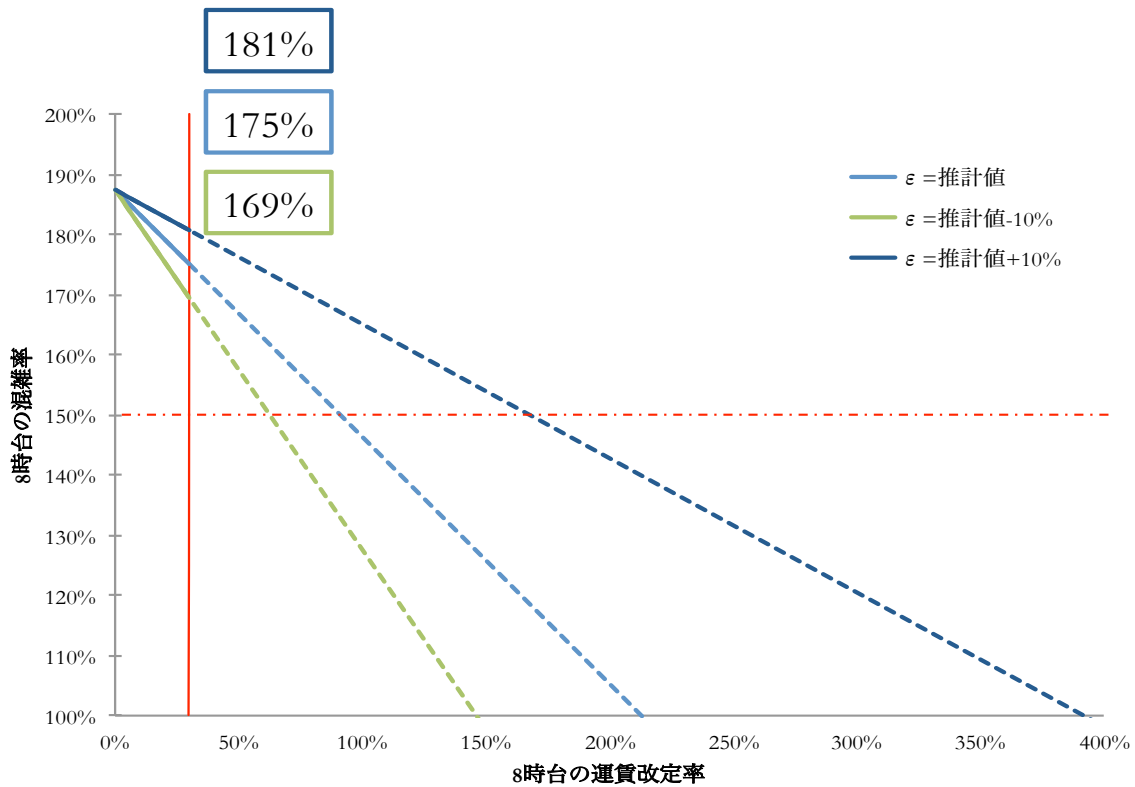


Fig. 35 収入一定の条件下における 8 時台の混雑率の変化 ($\alpha=1$ 、約 30%で $\Delta P_6 = \Delta P_9 = -1$)

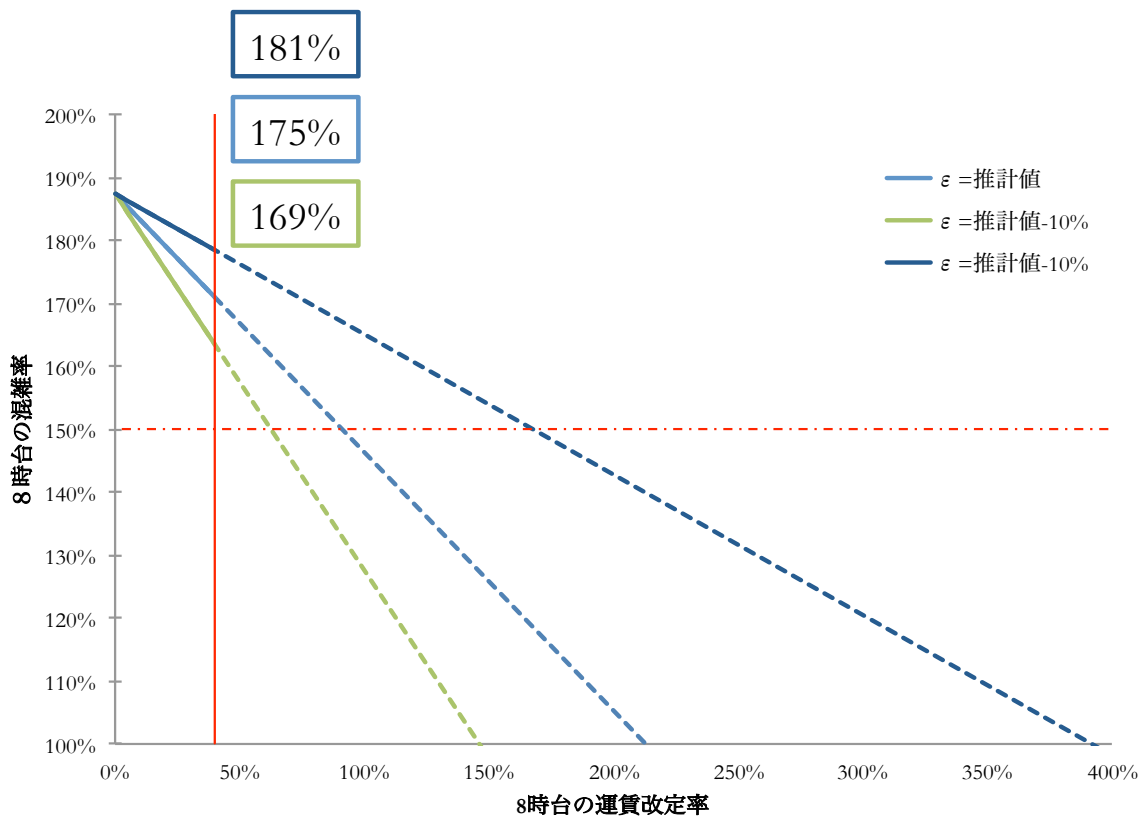


Fig. 36 収入一定の条件下における 8 時台の混雑率の変化 ($\alpha=0.5$ 、約 40%で $\Delta P_6 = \Delta P_9 = -1$)

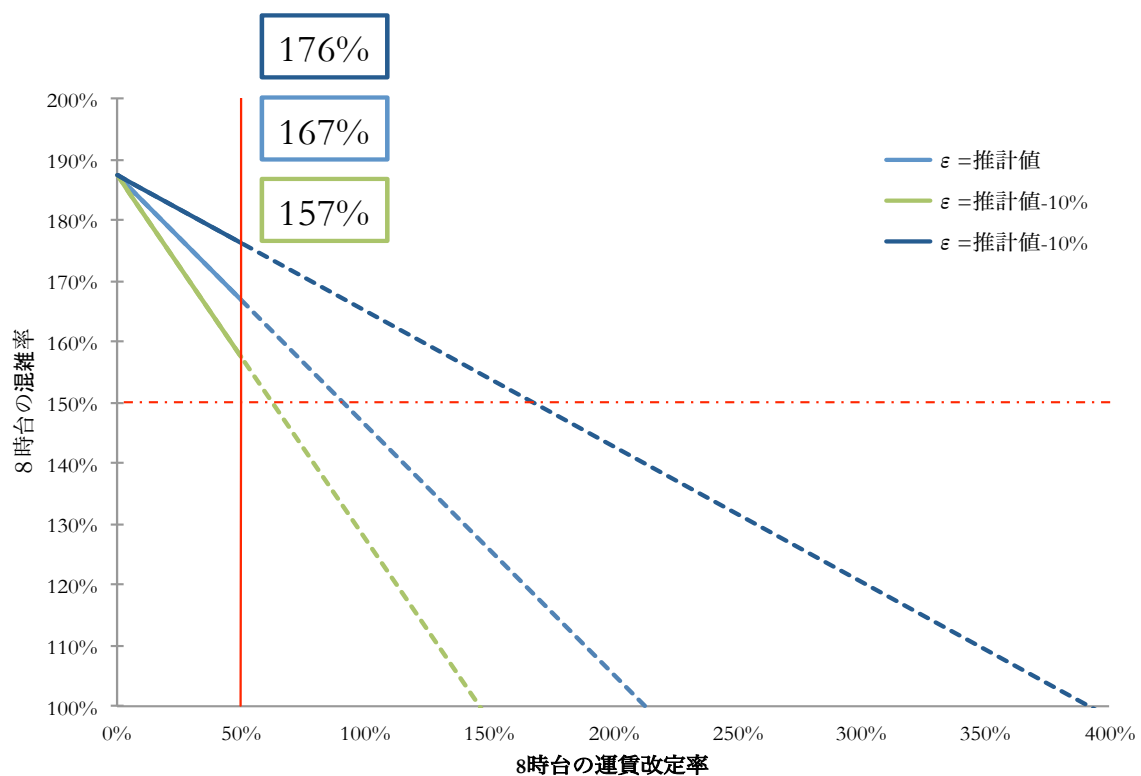


Fig. 37 収入一定の条件下における 8 時台の混雑率の変化 ($\alpha=0$ 、約 50%で $\Delta P_6 = \Delta P_9 = -1$)

4.7. ピークロード・プライシングの制度例：通勤定期券の廃止

本節でこれまで述べてきたモデルから得られた運賃改定率と混雑率の関係を用いて、通勤定期券を廃止することが混雑率に与える影響について具体的に考察をしてみる。本研究の分析上の仮定の説明で述べた通り、最混雑時間帯の旅客需要の多くは通勤需要による。通勤利用者の多くは通勤定期券を用いて乗車していることを考えると、この通勤需要の旅客運賃は、通勤定期券の存在によって割引された価格付けがなされていると捉えることが可能である。本研究の分析対象の区間である JR の横浜—品川駅間では定期外運賃が 280 円である一方、通勤定期券の定期運賃は 204.75 円であり、定期外運賃に比べて約 26.9%の割引率に相当する（このことは、定期外運賃が定期運賃に比べて 36.8%だけ割高な価格付けがなされていることと同値である）。

通勤定期券の存在が、ピーク時間帯の利用者に対して割引価格を提供していると考え、通勤定期券の廃止は、ピークロード・プライシングを実装する政策の例となる。そこで、以下ではピークロード・プライシングの制度例として、通勤定期券の廃止³²に相当するピークロード・プライシング制度が導入された場合の政策効果を分析する。

³² 類似した政策が、シンガポールにおいて 2013 年より 1 年間の期限付きで試行されている。これは、地下鉄 (MRT) の利用者に対して、朝 7 時 45 分より前までに、指定された 16 か所の駅で降車すれば運賃は無料、7 時 45 分～8 時の 15 分間だけは 0.50 シンガポールドル (約 40 円) を正規運賃より割引くとの政策である。後述する分析結果を踏まえると、オフピーク時に運賃を無料化する政策は、定期券廃止に相当する運賃上昇と合わせて実施すれば収入一定の条件を満たしながら混雑率を政策目標に近づけることができる政策であると考えられる。

4.7.1. 制度の設定について

分析対象および分析における仮定は、前項のものと同一とする。分析対象区間である JR の横浜―品川駅間における定期外運賃および通勤定期券の定期運賃から、ピーク時運賃は約 36.8%の上昇となる。

よって、ピーク時の運賃上昇率を 36.8%とした前項の各モデルにおいて、オフピーク時の運賃を変化させたときの政策効果を分析する。

4.7.2. 分析結果³³

モデル 1 によると、ピーク時において 36.8%の運賃値上げを実施し、オフピーク時における運賃の変更を行わないモデルにおいては、約 187%である 8 時台の混雑率の抑制は約 173%にとどまり、不十分である。次に収入一定の条件下でオフピーク時の運賃を無料化（100%の値下げを実施）した場合を考えると、8 時台の混雑率 150%以下の達成に必要なピーク時運賃上昇率は約 30%以上であることから、よって、約 36.8%のピーク時運賃の上昇率は目標達成に十分であることがわかる。

しかしモデル 2 では $\alpha=0$ の場合でも 36.8%の値上げでは混雑率は約 178%程度しか低下させることができない。モデル上は 7 時台の運賃改定率を負にすることでより 8 時台の混雑率を低下させることが可能であるが、そもそも 7 時台も混雑状態にあるため現実的ではないために考慮していない。

したがって、7 時台と 8 時台の通勤旅客が全く別の属性を持った個人であり、時間に関する代替がない（モデル 1）としたときには「通勤定期券の廃止」+「オフピーク時（6 時台および 9 時台）の旅客運賃を無料化によって、混雑率を目標値以下に抑えるピークロード・プライシングが実現されることが分析結果より示唆される。しかし 7 時台と 8 時台の通勤旅客が同質の個人であり、時間に関する代替が完全である場合には上記において設定されたパラメータに基づく制度では十分に混雑率を緩和することができない。

この制度例について現実の状況を踏まえた考察を簡単に述べる。現実の状態は始業時間の制約や居住地による通勤所要時間によってモデル 1 とモデル 2 の間の状態となっている。よって通勤定期券を廃止して、通勤時間以前の運賃を無料化する施策は、現状の 190%近い混雑率を 140%から 170%程度まで低下させることができ混雑は確かに緩和するが、国土交通省が目標とする 150%以下の混雑率は必ずしも達成されるとは限らない。そしてピークロード・プライシング導入の効果は運賃改定率だけではなく、時間間の代替性の程度にもかなり影響を受けることが分かる。

³³ 本項は政策例として現実的に実装可能な政策における運賃上昇率のパラメーターを用いて政策効果をわかりやすく分析したものである。そのため、感度分析はここでは実施していない。

第 5 章 結論

本研究の成果の一つは、措置効果分析に基づく政策の効果分析として、鉄道運賃の改定を政策変更とみなした平均措置効果の推計によって鉄道需要の運賃弾力性を推計したことにあ
る。また DID 分析による推計値は平均値の差の検定を行うことで検定されるが、今回のよう
にデータの欠損等でサンプルが非常に限られ、自由度が小さい場合であっても感度分析を伴
う分析であれば、十分な精度の下で推計値を求めることが可能であることを示すことがで
きた。

二つ目の成果としては、上述した実証データに基づく運賃弾力性の推計値を用いて首都圏
鉄道路線へのピークロード・プライシング導入の効果を定量的に分析することで、

1. ピークロード・プライシングが鉄道需要に対しても有効であること
2. しかしピークロード・プライシングだけでピーク時の需要を十分に抑制することは難し
いこと

を示すことができたことである。またこの結果から、確実に混雑率を目標値に至らせるた
めにはピークロード・プライシング導入をするとともに輸送力の強化を行う必要性があるこ
とが示唆された。これは収入一定の条件下で達成可能な混雑率の低下幅は限られていることか
らの示唆である。つまりこの収入一定条件を緩和することで鉄道事業者へ追加的な収益をも
たらすことを容認し、かつその追加的な収益をハード面への投資へ充てることへ結びつける
ことが可能であれば首都圏における混雑率を国土交通省の目標とする 150%へ近づけるこ
とができる。あるいは追加的な収益を生じる運賃値上げの部分については混雑税として国が徴
収し、その税収入でもって首都圏の輸送システムの強化に充てることも考えられる。

いずれにせよ、首都圏での鉄道の混雑は首都圏の生産可能人口が減少していくとともに緩和
されていくことから、ピークロード・プライシング制度はその時々々の混雑の状況と利用者
の運賃弾力性を観察しながら柔軟な運用が求められていく。しかし現実的には、鉄道へのピ
ークロード・プライシング導入に対しては利用者・企業からの反対が根強い。したがって、
鉄道における激しい混雑が通勤旅客に対する疲労コスト¹⁰⁾として労働者の生産性に影響を与
えており、その緩和が政策課題であるならば、鉄道事業法のなかに混雑に関する記述を追加
する等の法改正を行うことで利用者・企業・鉄道事業者それぞれが受け入れられる形で導入
を図っていく必要がある。

謝辞

本研究は、東京大学公共政策大学院 2013 年度冬学期開講科目である事例研究（ミクロ経済政策・解決策分析 I）において実施されたものであるが、2013 年度夏学期開講科目である事例研究（ミクロ経済政策・問題分析 I）における研究を予察として進められたものである。夏学期に引き続き、本研究に対する多くのご指摘・ご叱責を戒能・松村両先生ならびに同期のゼミ生からいただくことができた。夏学期・冬学期を通じて、実質的には通年開講のゼミにおいて予察結果、中間結果、最終報告会等の様々な場面で本研究の進捗を報告する場をいただき、両先生からご指摘ならびに励ましの言葉をいただくことが出来た。

この様の形で、一つの研究に対して多くの発表の機会を頂き、数多くのご指摘をいただけたことは本研究を進める上で大いに役に立つものであり、これらの機会ならびにご指摘なくしては本研究が研究として体裁を整えることができたことはなかったといえる。全てのご指摘を反映できなかった点や、研究における瑕疵等が残る点については、ひとえに筆者らの責任であることを申し添えておく。

そして、一年間の研究の総括として最終報告書である本稿を執筆することができたことは、戒能・松村両先生ならびに同期のゼミ生のご指導の賜であると筆者らは考えている。報告書の末尾における乱文で失礼ではあるが、ここに感謝の気持を述べさせていただきたいと思う。

参考文献

- [1] 葛西敬之, 未完の「国鉄改革」—巨大組織の崩壊と再生 [単行本]. 2001.
- [2] 日本民営鉄道協会, 大手民鉄の素顔. 日本民営鉄道協会, 1992.
- [3] 運輸経済研究センター, 運輸省地域交通局, 運輸省運輸政策局, 運輸省大臣官房, 国土交通省総合政策局, 運輸政策研究機構, 都市交通年報. 運輸経済研究センター, 1959.
- [4] 山崎福寿, 浅田義久, “鉄道の混雑から発生する社会的費用の計測と最適運賃,” 住宅土地経済, pp. 4–11, Oct. 1999.
- [5] 山田浩之, 綿貫伸一郎, “都市鉄道需要の計量分析: 交通需要の運賃弾力性の計測,” 交通学研究, vol. 1995, pp. 163–170, 1996.
- [6] A. C. Cameron and P. K. Trivedi, *Microeconometrics: Methods and Applications*. 2005, p. 1056.
- [7] 金子雄一郎, 福田敦, 香田淳一, 千脇康信, “首都圏における鉄道旅客需要の運賃弾力性の計測,” 土木計画学研究・論文集, vol. 21, no. 1, Sep. 2004.
- [8] 河野正道, “ピークロードプライシングと混雑税を巡って (酒井泰弘教授退職記念論文集),” 彦根論叢, vol. 357, pp. 1–27, Jan. 2006.
- [9] 消費者庁, “混雑料金制、ピークロード・プライシング.” [Online]. Available: <http://www.caa.go.jp/seikatsu/2002/0625butsuan/shiryo15-6.pdf>. [Accessed: 23-Jan-2014].
- [10] 山鹿久木, 八田達夫, “通勤の疲労コストと最適混雑料金の測定,” 日本経済研究, pp. 110–131, Sep. 2000.
- [11] 小田切未来, 豊原行伸, 深山剛, “首都圏の通勤鉄道における混雑料金の導入効果,” 東京大学公共政策大学院, 2006.
- [12] 国土交通省鉄道局業務課, “規制改革・民間開放推進会議 農業・土地住宅WG 土地住宅分野に関するヒアリング国土交通省提出資料,” 2005.
- [13] 国土交通省, 大都市交通センサス. 国土交通省, 2007.
- [14] 交通新聞社, *JR 時刻表*, 10月 ed. 2013.